

Учреждение образования  
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

## **МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Электронный сборник материалов  
Республиканской научно-практической конференции  
студентов, магистрантов, аспирантов

Брест, 21 марта 2024 года

Брест  
БрГУ имени А. С. Пушкина  
2024

**ISBN 978-985-22-0723-2**

© УО «Брестский государственный  
университет имени А. С. Пушкина», 2024

Об издании – [1](#), [2](#)

1 – сведения об издании

УДК 005.584.1+502(082)

ББК 20.1я431

*Редакционная коллегия:*

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **А. С. Домась**  
кандидат биологических наук, доцент **Н. В. Шкуратова**  
старший преподаватель **М. В. Левковская**

*Рецензенты:*

заместитель директора по научной работе ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» кандидат биологических наук **А. Н. Ажгиревич**

доцент кафедры зоологии, генетики и химии  
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **И. Д. Лукьянчик**

**Мониторинг** и охрана окружающей среды [Электронный ресурс] :  
электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов,  
аспирантов, Брест, 21 марта 2024 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ;  
редкол.: А. С. Домась, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ,  
2024. – 177 с. – Режим доступа: <https://rep.brsu.by/handle/123456789/10120>.  
ISBN 978-985-22-0723-2.

Материалы сборника отражают основные направления научных исследований студентов, магистрантов, аспирантов и посвящены решению актуальных проблем мониторинга природных экосистем и урбанизированных территорий, агроэкологии.

Материалы могут быть использованы научными работниками, магистрантами, аспирантами, преподавателями и студентами высших учебных заведений, специалистами системы образования.

Разработано в PDF-формате.

**УДК 005.584.1+502(082)**

**ББК 20.1я431**

Текстовое научное электронное издание

Системные требования:

тип браузера и версия любые; скорость подключения к информационно-телекоммуникационным сетям любая; дополнительные надстройки к браузеру не требуются.

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2024

[ВПЕРЕД](#)

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 10, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, корректор А. А. Лясник, технический редактор А. А. Лясник, компьютерный набор и верстка А. С. Домась;
- дата размещения на сайте: 14.10.2024;
- объем издания: 2,75 МБ;
- производитель: учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 224016, г. Брест, ул. Мицкевича, 28. Тел.: 8(0162) 21-70-55. E-mail: rio@brsu.by.

*ВПЕРЕД*

## СОДЕРЖАНИЕ

<a href="#"><u>Акулик М. А.</u></a> Сравнительная альгофлора р. Уши и пруда Дикий Несвижского района в весенний период 2023 г. ....	7
<a href="#"><u>Анохова Д. А.</u></a> Экосистемы окрестностей д. Клейники как объекты для разработки экологических троп.....	9
<a href="#"><u>Бегаль М. А.</u></a> Мониторинг водородного показателя в поверхностных водах р. Пульвы (Беларусь, Брестская область) за период 2019–2022 гг. ..	12
<a href="#"><u>Борковская А. Г.</u></a> Фауна и экология пчелиных ( <i>Hymenoptera</i> , <i>Apidae</i> ) зеленых зон г. Гродно .....	14
<a href="#"><u>Бурда А. Б.</u></a> Антибактериальная активность эфирных масел .....	17
<a href="#"><u>Васильева Н. О.</u></a> Оценка состояния среды аг. Буховичи Кобринского района методом флуктуирующей асимметрии листьев.....	20
<a href="#"><u>Васюценко В. В.</u></a> Видовой состав млекопитающих юго-востока г. Бреста.....	23
<a href="#"><u>Вачинская А. В.</u></a> Определение термочувствительных факторов фотосинтетического аппарата проростков <i>Horidium vulgare</i> для экологического мониторинга состояния растительных организмов ....	26
<a href="#"><u>Геленко В. Н.</u></a> Осенняя альгофлора карьерного водоема «Косичи» .....	29
<a href="#"><u>Гмир А. Н.</u></a> Каталазная активность дерновых заболоченных почв Брестского района .....	32
<a href="#"><u>Гресь Я. А.</u></a> Сезонные изменения в структуре фитопланктона пруда в аг. Коптёвка Гродненского района .....	35
<a href="#"><u>Довгер В. Л.</u></a> Особенности осмотического давления в листьях некоторых сортов голубики .....	38
<a href="#"><u>Дорошук А. А.</u></a> Мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Бресте за период 2020–2023 гг. ....	41
<a href="#"><u>Дятчик А. С., Кельник А. С.</u></a> Видовой состав мохообразных лесопарка «Румлево» .....	44
<a href="#"><u>Ефимова А. А.</u></a> Сравнительный анализ видового состава сосудистых растений р. Пины и ее старицы в черте г. Пинска.....	47
<a href="#"><u>Жук Е. А.</u></a> Влияние различных видов прайминга на устойчивость проростков пшеницы к засолению .....	50
<a href="#"><u>Жук К. С.</u></a> Биологическое действие ионов кадмия на динамику откладки яиц особями F1 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i> .....	53
<a href="#"><u>Заяц К. Н.</u></a> Коллекции растений <i>in vitro</i> в решении образовательных задач школы на примере предмета «Биология» в 6 классе.....	56
<a href="#"><u>Кезик С. В., Кабулов Т. А.</u></a> Оценка распространения покрова водорослей на спутниковых изображениях с помощью нейронных сетей ..	59
<a href="#"><u>Кислицын Д. А.</u></a> Анализ динамики классов земельного покрытия Новогрудской возвышенности на основе космических методов.....	62

<b><u>Коваль А. В.</u></b> Формирование культуры здоровья учащихся в процессе обучения химии в школе .....	65
<b><u>Ковальская Е. М.</u></b> Структура комплекса почвенных микромицетов верхового болота ландшафтного заказника «Озёры» .....	68
<b><u>Конопатский А. С.</u></b> Особенности реакции <i>Phaseolus vulgaris</i> на Wi-Fi-облучение .....	71
<b><u>Конопацкая О. А.</u></b> Мониторинг выбросов летучих органических соединений в атмосферу воздуха предприятием ОАО «Полимер» за период 2021–2023 гг. ....	74
<b><u>Корецкая Н. С.</u></b> Особенности анатомии вегетативных органов <i>Lupinus angustifolius</i> L. ....	77
<b><u>Кречко А. С.</u></b> Гумусовое состояние некоторых почв г. Бреста с различной техногенной нагрузкой.....	79
<b><u>Кунда Д. О.</u></b> Особенности видового состава водных жесткокрылых западной части г. Бреста.....	82
<b><u>Ласица Ю. Н.</u></b> Экологические характеристики сообществ кокциnellид в урбоценозах Беларуси (на примере городов Гродно и Речица) .....	85
<b><u>Лещук О. В.</u></b> Методические аспекты реализации краеведческого подхода в дисциплинах специальности «Биоэкология» на третьем курсе .	88
<b><u>Лимановская В. Г.</u></b> Биотопическая приуроченность пауков в национальном парке «Браславские озера» (Витебская область).....	91
<b><u>Литвинова А. М.</u></b> Сравнительная анатомия черешков некоторых видов декоративных ив.....	94
<b><u>Максимова О. В.</u></b> Возможности использования биологически активных соединений продуктов переработки кофе в растениеводстве .....	97
<b><u>Мелюх А. В.</u></b> Использование растительных объектов в процессе обучения химии .....	100
<b><u>Минеева П. В.</u></b> Выявление характера взаимодействия между декоративными растениями .....	103
<b><u>Мосейчук П. О.</u></b> Анатомическая структура стебля <i>Linum usitatissimum</i> L. в условиях юго-запада Беларуси.....	106
<b><u>Науменко Н. С.</u></b> Пластические и меристические признаки уклейки обыкновенной <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) в озере Святое Речицкого района .....	109
<b><u>Нестерук В. С.</u></b> Использование сфагновых ловушек в мониторинге аэрального загрязнения в Республике Беларусь .....	112
<b><u>Новолодская С. Л.</u></b> Сообщества шмелей ( <i>Bombus Latr.</i> ) – посетителей соцветий инвазивных золотарников в ППРЗ «Дубрава» и его окрестностях.....	115
<b><u>Орищук Е. В.</u></b> Экологический аспект при изучении химии биоантиоксидантов.....	118

<b><u>Парфиевич А. В.</u></b> Определение состояния р. Самаровки в черте г. Иваново с использованием <i>Lemna minor</i> L. ....	121
<b><u>Пинчук В. И.</u></b> Оценка состояния окружающей среды в промзоне г. Гомеля по некоторым признакам сосны обыкновенной .....	124
<b><u>Размыслович К. А.</u></b> О составе рода кладония в условиях городского лесного массива «Тельмовский лес» .....	127
<b><u>Романюк И. А.</u></b> Древесные интродуценты семейства Розоцветные г. Кобрин .....	130
<b><u>Ростова Е. А.</u></b> Эколого-фаунистический анализ отряда стрекоз (Odonata) г. Бреста .....	133
<b><u>Синицына Д. А.</u></b> Мониторинг выбросов загрязняющих веществ предприятием ОАО «Бархим» за период 2020–2022 гг. ....	136
<b><u>Совенок Е. А.</u></b> Зеленые мхи в коллекции кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина .....	139
<b><u>Сосна А. В.</u></b> Экологические (топические) характеристики чешуекрылых ( <i>Lepidoptera, rhopalocera</i> ) Вороновского района Гродненской области .....	142
<b><u>Станиславец А. И.</u></b> Влияние тетраструктината 24-эпикастастерона на начальные этапы роста и развития овса посевного ( <i>Avena sativa</i> L.) сорта Лидия .....	145
<b><u>Струцкая Д. В.</u></b> Стациальное распределение жуков семейства <i>Chrysomelidae</i> западного региона Беларуси .....	148
<b><u>Таранюк Е. А.</u></b> Влияние ионов кадмия на плодовитость F1 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i> .....	152
<b><u>Тарасюк В. М.</u></b> Анализ динамики количества выбросов оксидов азота филиалами РУП «Брестэнерго» за период 2020–2022 гг. ....	155
<b><u>Третьякова А. В.</u></b> Ресурсная характеристика <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. в окрестностях аг. Лесная Барановичского района .....	158
<b><u>Филатова В. С.</u></b> Листовой органогенез у микропобегов различных сортов ежевики и малины черной в культуре <i>in vitro</i> .....	161
<b><u>Чайчиц Э. А.</u></b> Влияние препарата «Ростмомент» на прорастание семян овса на почве после обработки гербицидом «Боксер-КЭ» .....	164
<b><u>Чекель П. А.</u></b> Дозорщик император ( <i>Anax imperator</i> ) – новый вид фауны стрекоз г. Гродно и его окрестностей .....	167
<b><u>Швайко А. В.</u></b> Действие эпикастастерона и его конъюгата с янтарной кислотой на рост и развитие гречихи посевной ( <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Влада в лабораторных условиях .....	170
<b><u>Штоп Я. И.</u></b> Способность некоторых почв г. Бреста к разложению целлюлозы .....	174

**М. А. АКУЛИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. В. Бондарь, старший преподаватель

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ АЛЬГОФЛОРА Р. УШИ И ПРУДА ДИКИЙ НЕСВИЖСКОГО РАЙОНА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 2023 Г.**

**Актуальность.** Водоросли – основные продуценты кислорода и органических веществ в водной среде, а также в наземных местообитаниях, мало пригодных для жизни высших растений. В частности, в водоемах водоросли – основной продукт питания беспозвоночных, которыми, в свою очередь, питаются позвоночные, в том числе рыбы. Потому рыбопродуктивность водоема в значительной степени зависит от продуктивности его водорослевого населения.

В настоящее время водорослям отводят важную роль в решении ряда глобальных проблем, волнующих все человечество: продовольственной, энергетической, охраны окружающей среды, освоения космического пространства и др.

Водоросли и цианобактерии составляют важную часть почвенной биоты, принимая активное участие во многих процессах, протекающих в почве. Водоросли и цианобактерии почв, являясь эксплерентами по жизненной стратегии, участвуют в заселении и восстановлении нарушенных почв; чутко реагируя на изменения, происходящие в почве, используются в оценке и мониторинге состояния почвенного покрова [1].

Следует отметить, что исследование альгофлоры р. Уши и пруда Дикий проводится впервые. Полученные данные могут послужить основой для дальнейшего исследования альгофлоры водных экосистем Беларуси.

**Цель** – провести сравнительный анализ альгофлоры р. Уши и пруда Дикий Несвижского района в весенний период 2023 г.

**Материалы и методы.** Методы сбора и изучения водорослей определяются прежде всего эколого-морфологическими особенностями представителей различных отделов и экологических группировок. При исследовании использовали основные методы сбора и изучения водорослей различных водоемов для целей флористико-систематических и частично гидробиологических исследований [2].

В качестве объектов исследования были выбраны водоемы различного типа в окрестностях Несвижского района Минской области, а именно пруд Дикий и р. Уша. Пруд Дикий (53.22264033923733, 26.697292327880863) расположен в Несвижском районе Минской области в ГУ «Национальный историко-культурный музей-заповедник “Несвиж”».

Река Уша (53.206559473896085, 26.669483184814457) – левый приток р. Нёман. Протекает по территории Несвижского района Минской области вблизи трассы Р12. Источником является ручей, вытекающий из небольшого пруда. Пойма реки низкая, в отдельных местах заболочена, изрезана осушительными каналами и используется под пашню и кормовые угодья. Также используется как место для отдыха и рыбалки [3].

**Результаты исследований.** Нами были проведены сборы проб водорослей в исследуемых водоемах и лабораторные исследования по описанию, определению рода и систематической принадлежности выявленных водорослей. Всего было обнаружено и определено 13 родов, относящихся к четырем отделам [4].

В пруде Дикий было обнаружено девять родов, относящихся к одному порядку, шести классам, трем отделам, одному подцарству; в р. Уше – девять родов, относящихся к четырем порядкам, трем классам, трем отделам, одному подцарству (таблица).

Таблица – Систематическая принадлежность выявленных водорослей исследуемых водоемов

Отдел	Род	Пруд Дикий	Река Уша
<i>Diatomeae</i>	<i>Pinnularia</i>	–	+
	<i>Navicula</i>	+	+
	<i>Synedra</i>	–	+
	<i>Pleurosygma</i>	+	+
	<i>Tabellaria</i>	+	–
<i>Chlorophyta</i>	<i>Cosmarium</i>	–	+
	<i>Volvox</i>	+	–
	<i>Closterium</i>	+	+
	<i>Scenedesmus</i>	+	+
	<i>Zygnema</i>	+	–
	<i>Chlorella</i>	+	–
	<i>Pediastrum</i>	+	+
<i>Cyanophyta</i>	<i>Lyngbya</i>	–	+

**Заключение.** Таким образом, в весенний период в р. Уше в большом количестве были обнаружены род *Pinnularia* (отдел *Diatomeae*), род *Pediastrum* (отдел *Chlorophyta*). В пруде Дикий – род *Chlorella* (отдел *Chlorophyta*) и *Tabellaria* (отдел *Diatomeae*). Водоросли, которые встречались в каждом водоеме, – это представители отдела *Chlorophyta* – род *Closterium* и *Scenedesmus*.

В единичных экземплярах обнаружен в р. Уше род *Zygnema* и *Cosmarium* (отдел *Chlorophyta*), а в пруде Дикий – род *Synedra* (отдел *Chlorophyta*).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Температурный режим Нарочанских озер на фоне многолетних климатических изменений / Т. В. Жукова [и др.] // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2014. – № 2. – С. 26–35.

2. Петров, В. Н. Состав и экологическая характеристика комплексов диатомовых водорослей бентоса рек заказника республиканского значения «Ельня» (Беларусь) / В. Н. Петров // Природ. ресурсы. – 2023. – № 2. – С. 57–68.

3. Главный фактор, определяющий динамику озерной экосистемы при избыточной нагрузке биогенами (на примере Нарочанских озер) / Т. И. Казанцева [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2019. – № 6. – С. 668–687.

4. Бондарь, Ю. В. Сравнительный анализ весенней альгофлоры водоемов различного типа в окрестностях г. Бреста / Ю. В. Бондарь, В. Н. Геленко // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Памфилова. – Брянск : БГИТУ, 2022. – Вып. 61. – С. 71–74.

[К содержанию](#)

УДК 502.1

**Д. А. АНОХОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. Ф. Рой, канд. биол. наук, доцент

### **ЭКОСИСТЕМЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ Д. КЛЕЙНИКИ КАК ОБЪЕКТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП**

**Актуальность.** В настоящее время разработка учебных и образовательных экологических троп является необходимой и настоятельно рекомендуется всем средним общеобразовательным школам.

**Цель** – анализ экосистем, необходимых для дальнейшей разработки экологической тропы; составление плана бесед, которые целесообразно проводить в данных экосистемах.

**Материалы и методы.** Природные и техногенные объекты, научная литература, интернет-источники; из методов использованы анализ и картографический метод.

**Результаты исследований.** Экологические тропы – обустроенные и особо охраняемые прогулочно-познавательные маршруты, создаваемые с целью экологического просвещения населения через установленные по маршруту информационные стенды [1]. Они способствуют экологическому просвещению людей, получению знаний об окружающей природе не только в теории, но и на практическом опыте.

В ходе исследования нами были рассмотрены различные экосистемы, находящиеся в окрестностях аг. Клейники, и выявлены наиболее подходящие для разработки маршрута экологической тропы. При выборе экосистем были учтены принципы доступности, информативности и привлекательности [2].

Выбранные объекты могут служить стоянками для экологической тропы, на которых мы предлагаем рассмотреть вопросы общей экологии, представленные ниже.

Расположение объектов представлено на карте (рисунок): 1) заливной пойменный луг; 2) озеро-старица; 3) р. Лесная; 4) конный клуб; 5) суходольный луг; 6) сосняк мшистый; 7) пропашное поле; 8) заброшенный карьер; 9) смешанный лес.



Рисунок – Экосистемы окрестностей аг. Клейники

На примере экосистемы «Заливной пойменный луг» целесообразно рассмотреть основные типы лугов Беларуси, видовой состав их флоры и фауны, экологические особенности лугов, выявить адаптации живых организмов к данным экологическим условиям существования.

Рассмотреть пример вторичной сукцессии имеет смысл на примере озера-старицы. Также можно ознакомиться с процессом его зарастания и связанным с этим изменением видового состава.

Экосистема «Река Лесная» подходит для рассмотрения гидробионтов и их основных групп, особенностей водной среды и существующих к ней адаптаций. Не менее важным является рассмотрение общей характеристики и выявление экологических проблем р. Лесной, их причин и способов предотвращения.

Рассмотреть основные аспекты ведения животноводства, ознакомиться с условиями содержания лошадей и некоторых других домашних животных, влиянием ферм на внешнюю среду и связанными с этим экологическими проблемами (вытаптывание, загрязнение воздушных и водных ресурсов, проблема утилизации отходов) можно на экосистеме «Конный клуб».

На примере экосистемы «Суходольный луг» можно рассмотреть типы лугов, их экологические особенности, а также особенности суходольного луга в сравнении с вышеупомянутым пойменным лугом.

В экосистеме «Сосняк мшистый» целесообразно рассмотреть основные типы лесов Беларуси, общую характеристику соснового леса, изучить основных обитателей на примере консорции сосны, выявить взаимосвязь между ее компонентами, ознакомиться с основными видами связей в биоценозе, доминантными видами и видами-эдификаторами.

Пропашное поле может служить примером агроценоза, что удачно подходит для рассмотрения особенностей этой экосистемы, характеристики высеваемой культуры, а также проблемы использования удобрений, пестицидов и других веществ.

Экосистема «Заброшенный карьер» является примером рекультивации земель, она удачно подходит для рассмотрения значения и способов рекультивации, типов, функций и проблем карьеров.

Экосистема «Смешанный лес» позволяет изучить характеристику смешанного леса в сравнении с вышеупомянутым сосновым лесом, вертикальную ярусность леса, основных представителей каждого яруса, выявить особенности этих представителей в зависимости от их экологической группы по отношению к свету, влажности.

Перечень выявленных нами экосистем включает как естественные, так и искусственные системы, что позволяет выявить сходства и различия между ними.

**Заключение.** Нами были определены экосистемы, пригодные для разработки маршрута экологической тропы; даны названия этим экосистемам; выбраны объекты для маршрута; определены вопросы, которые целесообразно рассматривать в той или иной экосистеме.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Экологическая\\_тропа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Экологическая_тропа). – Дата доступа: 20.02.2024.

2. Тропа в гармонии с природой. Сборник российского и зарубежного опыта по созданию экологических троп. – М. : Р. Валент, 2007. – 50 с.

[К содержанию](#)

УДК 624.131.415

**М. А. БЕГАЛЬ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

## **МОНИТОРИНГ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ Р. ПУЛЬВЫ (БЕЛАРУСЬ, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ) ЗА ПЕРИОД 2019–2022 ГГ.**

**Актуальность.** Экологическое состояние поверхностных вод – ключевой фактор для сохранения и улучшения состояния окружающей среды. Мониторинг водородного показателя поверхностных вод является важной составляющей современной гидрохимической науки. Данный процесс направлен на оценку уровня кислотности поверхностных водных ресурсов, а также определение степени их загрязнения различными веществами (сельскохозяйственная деятельность, выбросы промышленных отходов, изменение рельефа и источников рек, разложение органических веществ, разрушение экосистем). Данные воздействия негативно сказываются на качестве воды [1; 2].

**Целью** наших исследований является мониторинг водородного показателя в поверхностных водах р. Пульвы (Беларусь, Брестская область) за период 2019–2022 гг.

**Материалы и методы исследования.** В результате исследования сделан анализ данных водородного показателя КУМПП ЖКХ «Каменецкое ЖКХ», филиал «Высоковское ЖКХ» за период 2019–2022 гг. Применялись общие методы исследования: описание, сравнительный анализ отчетности, анализ литературных источников.

**Результаты исследования.** Физико-химическая характеристика воды осуществляется посредством определенных параметров, которые позволяют провести анализ качества воды. Один из таких параметров – водородный показатель

Водородный показатель – мера концентрации катионов водорода в растворе, которая количественно выражает кислотность раствора.

Водородный показатель не тождественен параметру кислотности и щелочности воды. Данный показатель характеризует степень кислотности или щелочности среды и не определяет количественного содержания веществ, нейтрализующих кислоты или щелочи.

На рисунке представлены данные водородного показателя в поверхностных водах р. Пульвы (г. Высокое, Брестская область) за период 2019–2022 гг.



Рисунок – Динамика водородного показателя в поверхностных водах р. Пульвы (г. Высокое) за период 2019–2022 гг.

В результате анализа выявлено, что водородный показатель не превышает предельно допустимой концентрации (далее – ПДК), кроме 2020 г., когда водородный показатель был равен ПДК.

В период с 2019 по 2022 г. водородный показатель изменялся неравномерно. Наибольшее значение водородного показателя зафиксировано в 2020 г. и составило 7,5 единицы, что равно ПДК в поверхностных водах рек.

В 2019 г. концентрация ионов водорода характеризовалась наименьшим значением за период 2019–2022 гг. и составила 7,28 единицы (меньше ПДК на 3,02 %). В 2020 г. зафиксировано уменьшение концентрации ионов водорода ( $H^+$ ) по сравнению с 2019 г. на 3,02 %. С уменьшением концентрации катионов водорода ( $H^+$ ) уровень водородного показателя увеличивается. В 2021 г. наблюдается резкое увеличение концентрации ионов водорода, в связи с чем величина водородного показателя уменьшилась до 7,31 единицы, по сравнению с предыдущим годом наблюдалось снижение концентрации катионов водорода на 2,6 %, а также меньше ПДК на 2,6 %. В связи с уменьшением концентрации катионов водорода величина водородного показателя увеличивается. В 2022 г. наблюдается тенденция к уменьшению концентрации ионов водорода и величина водородного показателя составляет 7,33 единицы, что больше значения за 2021 г. на 0,27 %, а также меньше значения ПДК на 2,32 %. Водородный показатель с уменьшением концентрации катионов водорода ( $H^+$ ) в поверхностных водах увеличивается.

Водородный показатель в значительной степени характеризует свойства воды химические и биологические процессы, а также оказывает влияние на процессы, происходящие в воде (скорость химических реакций,

уровень коррозионной агрессивности воды). Изменение значения водородного показателя приводит к изменению органолептических свойств воды.

**Заключение.** 1. Проанализированы количественные годовые данные значений водородного показателя в р. Пульве КУМПП ЖКХ «Каменецкое ЖКХ», филиал «Высоковский» за период 2019–2022 гг.

2. Водородный показатель в поверхностных водах р. Пульвы за период 2019–2022 гг. не превышает значения предельно допустимого.

3. В 2020 г. концентрация ионов водорода равна предельно допустимой концентрации.

4. В рамках локального мониторинга данных о водородном показателе в период с 2019 по 2022 г. было установлено, что изменение значений водородного показателя в поверхностных водах р. Пульвы (г. Высокое) изменяется немонотонно.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг поверхностных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/content/174.html>. – Дата доступа: 05.03.2024.

2. Шабанов, В. В. Ведение мониторинга водных объектов в современных условиях [Электронный ресурс] : монография / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева». – М. : Изд-во РГАУ – МСХА, 2015. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/4078.pdf/info>. – Дата доступа: 09.03.2024.

3. Вода [Электронный ресурс] // Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://rad/org/by/>. – Дата доступа: 05.03.2024.

[К содержанию](#)

УДК 595.799:591.53:591.9

**А. Г. БОРКОВСКАЯ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

**ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ПЧЕЛИНЫХ (HYMENOPTERA,  
APIDAE) ЗЕЛЕННЫХ ЗОН Г. ГРОДНО**

Пчелиные являются важнейшими, а зачастую и единственными опылителями цветковых растений. Они опыляют 85 % всей цветковой

флоры и до 90 % культурной, причем некоторые виды растений могут опыляться только специализированными видами одиночных пчел.

**Актуальность** исследования состоит в том, что изучение пчелиных является важным аспектом для понимания их взаимодействия с растениями, и в связи с этим необходимо выявить и проанализировать их таксономический состав и экологические комплексы.

**Цель исследования** – выявление видового состава и экологических комплексов пчелиных зеленых зон г. Гродно.

**Материалы и методы исследования.** Сбор материала проводили в июле 2023 г. на трех пробных площадках на территории г. Гродно. В качестве мест исследования выбрали три биотопа: **Б1** – Коложский парк, **Б2** – парк Жилибера, **Б3** – луг в лесопарке «Пышки». В качестве основного метода сбора материала применяли маршрутный метод. Он наиболее рационален при учете таких крупных опылителей, как шмели. При этом способе наблюдали в течение 30 минут в определенные часы дня, двигаясь по площадке и учитывая всех замеченных опылителей. Собранный материал фиксировали в морилках, затем раскладывали на ватных энтомологических пластах.

Для идентификации пчелиных и оценки экологических характеристик видов использовали соответствующие ключи и описания, а также справочные материалы, размещенные на специализированных интернет-ресурсах [1; 2].

**Результаты исследования.** За время проведения исследования (июль 2023 г.) на трех пробных площадках на территории г. Гродно выявили шесть видов, относящихся к двум родам, одному семейству, одному отряду, одному классу (таблица). Объем выборки составил 185 экземпляров.

Таблица – Видовой состав пчелиных (Apidae) на территории г. Гродно

Класс	Отряд	Семейство	Род	Вид
Insecta Ectognatha	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>Apis mellifera</i> L., 1758
			<i>Bombus</i>	<i>Bombus hortorum</i> L., 1761
				<i>Bombus hypnorum</i> L., 1758
				<i>Bombus lapidarius</i> L., 1758
				<i>Bombus pratorum</i> L., 1761
				<i>Bombus terrestris</i> L., 1758
1	1	1	2	6

За период исследования выявили представителей двух родов семейства Apidae. В видовом соотношении роды *Apis* и *Bombus* составляют один и пять видов соответственно (рисунок).

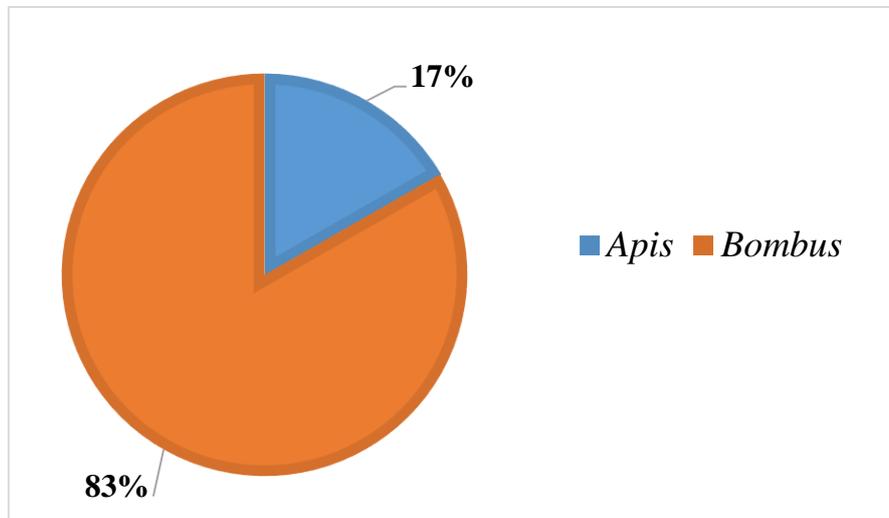


Рисунок – Видовое обилие родов пчелиных на территории г. Гродно

Установили пищевую специализацию выявленных видов пчелиных. На исследованной территории представлены виды, относящиеся к одной трофической группе полилектов – самки собирают пыльцу с широкого круга растений, принадлежащих к разным ботаническим семействам.

Исходя из сроков лёта имаго, пчелиных г. Гродно можно разделить на три фенологические группы: ранневесенние (март – начало мая), весенне-раннелетние (начало мая – июнь) и виды с растянутым периодом лёта (май – сентябрь) – с преобладанием представителей ранневесенних видов.

К числу ранневесенних относятся следующие виды: *Apis mellifera*, *Bombus hypnorum*, *Bombus pratorum*. К весенне-раннелетней группе относится один вид – *Bombus hortorum*. Среди идентифицированных видов перепончатокрылых два вида относятся к видам с растянутым периодом лёта – это *Bombus lapidarius*, *Bombus terrestris*.

Важное в экологическом анализе фауны шмелей – это строение ротового аппарата, а именно его размеры. По длине хоботка всех пчелиных принято условно разделять на короткохоботковых (длина хоботка до 12 мм), среднехоботковых (от 13 до 15 мм) и длиннохоботковых (свыше 15 мм).

На исследуемой нами территории встречаются пять видов рода *Bombus*, из которых два вида относятся к короткохоботковым – *Bombus pratorum*, *Bombus terrestris*; два вида к среднехоботковым – *Bombus hypnorum*, *Bombus lapidarius*; один вид *Bombus hortorum* имеет хоботок длиной свыше 15 мм, т. е. относится к длиннохоботковым.

По биотопической приуроченности идентифицированные виды относятся к двум категориям: виды, приуроченные к обитанию в луговых экосистемах, и виды, приуроченные к обитанию в луго-лесных экосистемах. Виды *Apis mellifera*, *Bombus hortorum*, *Bombus lapidarius*, *Bombus terrestris* тяготеют к луговым биотопам, *Bombus pratorum*, *Bombus hypnorum* предпочитают луго-лесные биотопы.

**Заключение.** За период исследования в полевой сезон 2023 г. выявлено шесть видов пчелиных, относящихся к двум родам, одному семейству. Согласно полученным данным, по пищевой специализации среди пчелиных выявлена только группа полилектов. Исходя из сроков лёта имаго, пчелиных зеленых зон г. Гродно можно разделить на три фенологические группы (ранневесенние, весенне-раннелетние и виды с растянутым периодом лёта) с преобладанием представителей ранневесенних видов. Согласно анализу, по биотопической приуроченности на территории исследования представлены две группы, а именно луговые и лесные виды с доминированием видов, предпочитающих луговые комплексы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пчелы Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apoidea-g2n.jimdofree.com>. – Дата доступа: 05.10.2023.

2. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных / Р. М. Городничев [и др.]. – Якутск : Изд-во СВФУ, 2019. – 94 с.

#### [К содержанию](#)

УДК 665.52

**А. Б. БУРДА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – И. С. Жебрак, канд. биол. наук, доцент

#### **АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ**

**Актуальность.** В настоящее время во всем мире усиленно ведется поиск альтернативной замены антибиотикам, используемым в животноводстве. Изучение антибактериальной активности эфирных масел набирает все большую популярность, так как они могут выступать в роли антибиотических средств природного происхождения и служить эффективной кормовой добавкой для животных [1]. Преимуществом эфирных масел растений является их малая токсичность и возможность длительного применения

без существенных побочных явлений. Также благодаря уникальному составу эфирные масла, входящие в состав кормовых добавок животным, проявляют антиоксидантную активность, оказывают положительное действие на желудочно-кишечный тракт, обладают иммуностимулирующим свойством, оказывают успокаивающее действие на центральную нервную систему во время критических периодов жизни (стрессы, интенсивный рост, пик продуктивности и т. д.), улучшают производственные показатели животных и птиц [2]. Кормовые добавки на основе эфирных масел не наносят ущерба как окружающей среде, так и конечному потребителю.

**Цель** – изучить антимикробную активность эфирных масел гвоздичного дерева (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr.), лаванды лекарственной (*Lavandula officinalis* Mill), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), эвкалипта шаровидного (*Eucalyptus globulus* Labill.), чайного дерева (*Melaleuca alternifolia* Cheel) по отношению к тест-культурам *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*.

**Материалы и методы.** Чашки Петри с питательными средами (мясопептонный агар) засеивали сплошным «газоном» тест-культурами *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*. Эфирные масла (0,05 мл) наносили на стерильные диски фильтровальной бумаги диаметром 5 мм, которые накладывали на заражённую среду. Тест-микробы подвергались, таким образом, действию как летучих фракций, так и диффундирующих в агар. Для выявления бактериостатического действия засеивали контрольные чашки с тест-культурами без внесения эфирных масел. Чашки с мясопептонным агаром инкубировали в течение 24 часов при температуре 37 °С. Затем определяли диаметр (см) зоны задержки роста газона тест-микробов вокруг диска, пропитанного эфирным маслом.

**Результаты исследований.** Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица – Диаметры бактерицидных зон при действии эфирных масел на тест-культуры

№ п/п	Наименование эфирного масла	Бактерицидная зона от диска, пропитанного эфирными маслами, см		
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
1	Гвоздичное дерево ( <i>Syzygium aromaticum</i> )	0	0	0,5 ± 0,07
2	Лаванда лекарственная ( <i>Lavandula officinalis</i> )	1,6 ± 0,35	1,2 ± 0,2	0,5 ± 0,12
3	Душица обыкновенная ( <i>Origanum vulgare</i> )	0,1 ± 0,05	0	0,2 ± 0,09

Продолжение таблицы

4	Можжевельник обыкновенный ( <i>Juniperus communis</i> )	$0,3 \pm 0,08$	0	$0,3 \pm 0,08$
5	Эвкалипт шаровидный ( <i>Eucalyptus globulus</i> )	0	0	$0,6 \pm 0,21$
6	Чайное дерево ( <i>Melaleuca alternifolia</i> )	0	0	$1,5 \pm 0,5$

Все испытуемые эфирные масла оказывали антимикробное действие на одну, две или три тест-культуры, и все подавляли рост *Bacillus subtilis*, сильнее всего эфирное масло чайного дерева (бактерицидная зона 1,5 см). Только лавандовое масло оказывало сильное бактерицидное действие на все три тест-культуры, наибольшее на *Staphylococcus aureus* (бактерицидная зона 1,2 см) и *Escherichia coli* (1,6 см) (рисунок). Эфирные масла душицы обыкновенной и можжевельника обыкновенного, хотя угнетали две тест-культуры (*Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*), проявляли умеренную антибактериальную активность (бактерицидная зона 0,1–0,3 см).

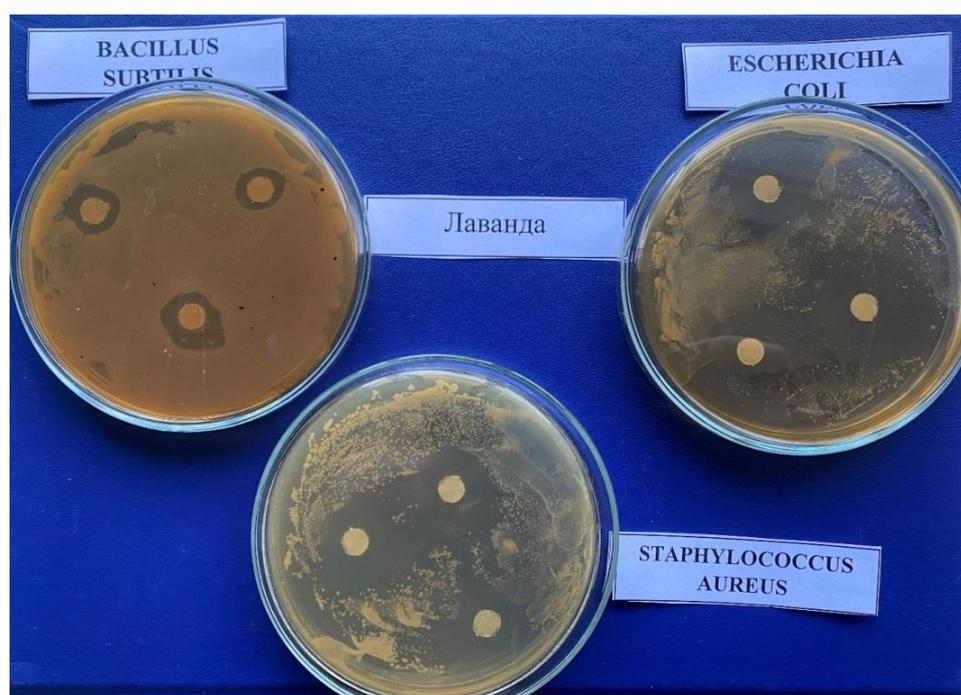


Рисунок – Влияние масел лавандового дерева на тест-культуры

**Заключение.** Исследование шести эфирных масел (гвоздичного дерева, лаванды лекарственной, можжевельника обыкновенного, душицы обыкновенной, эвкалипта шаровидного, чайного дерева) показало, что лавандовое масло проявляло наибольшую антимикробную активность и подавляло рост всех трех исследуемых тест-культур (*Escherichia coli*,

*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*). Эфирные масла душицы обыкновенной и можжевельника обыкновенного оказывали умеренное бактерицидное действие на две тест-бактерии (*Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*). Остальные испытуемые эфирные масла угнетали рост только *Bacillus subtilis*. Таким образом, кормовые добавки на основе эфирных масел лаванды лекарственной, душицы обыкновенной, можжевельника обыкновенного могут стать перспективной заменой антибиотикам в системах производства продукции животноводства.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаммерман, А. Ф. Лекарственные растения: (Растения-целители) : учеб. пособие / А. Ф. Гаммерман. – М. : Высш. шк., 1976. – 400 с.
2. Николаевский, В. В. Биологическая активность эфирных масел : учеб. пособие / В. В. Николаевский, А. Е. Еременко, И. К. Иванов. – М. : Медицина, 1987. – 205 с.

#### [К содержанию](#)

УДК 502.175

#### **Н. О. ВАСИЛЬЕВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

#### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ АГ. БУХОВИЧИ КОБРИНСКОГО РАЙОНА МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ**

**Актуальность.** Определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков организма позволяет получить интегральную оценку его состояния при всем комплексе возможных воздействий [1, с. 27]. Флуктуирующая асимметрия является широко применяемой морфогенетической мерой нарушения стабильности развития, в биоиндикации используется для тестирования стрессовых воздействий на организм [2].

**Цель** нашей работы – оценить состояние окружающей среды по флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в условиях аг. Буховичи Кобринского района.

**Материалы и методы.** Исследования состояния окружающей среды по степени флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth) проводили в июне – августе 2022 г. на территории

аг. Буховичи Кобринского района Брестской области. Объекты исследования произрастали вдоль автомобильных дорог на расстоянии 3 м от проезжей части.

Материал был собран после остановки роста листьев березы повислой в пяти пунктах: на улицах Центральной, Молодежной, Трудовой, Полевой и контрольном участке на окраине аг. Буховичи. Выборка с каждого исследованного участка включала в себя 100 листьев с нижней части кроны (по 10 листьев с 10 деревьев), общий объем выборки – 500 листьев [1, с. 37].

Величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой оценивали с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия по следующим пяти признакам: ширине половинки листа, длине второй жилки второго порядка, расстоянию между основаниями и концами первой и второй жилок второго порядка, углу между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка. Расчет интегрального показателя производили по методике В. М. Захарова [1; 2, с. 79].

**Результаты исследований.** Для оценки качества среды на улицах аг. Буховичи Кобринского района в 2022 г. проанализировано пять выборок листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) по 100 шт. каждая.

После проведения статистической обработки данных были получены значения флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой, представленные в таблице.

Таблица – Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой

№ дерева	Улица аг. Буховичи				Контрольный участок
	Центральная	Молодежная	Трудовая	Полевая	
1	0,046	0,045	0,039	0,035	0,039
2	0,044	0,045	0,037	0,037	0,038
3	0,048	0,037	0,050	0,033	0,040
4	0,047	0,041	0,029	0,038	0,041
5	0,035	0,039	0,023	0,035	0,038
6	0,042	0,038	0,032	0,023	0,029
7	0,035	0,039	0,042	0,041	0,044
8	0,040	0,039	0,035	0,037	0,044
9	0,043	0,035	0,045	0,043	0,039
10	0,035	0,033	0,039	0,044	0,026
Интегральный показатель асимметрии	0,041	0,039	0,037	0,037	0,038

Величина флуктуирующей асимметрии листьев деревьев березы повислой, произрастающей на улицах Центральной, Молодежной, Трудовой, Полевой, по пяти признакам варьирует в пределах 0,035–0,048; 0,033–0,045; 0,023–0,050 и 0,023–0,044. Показатель асимметрии листьев растений березы повислой на контрольном участке изменяется от 0,026 до 0,044. Величина интегрального показателя асимметрии листьев березы повислой при сравнении выборок на улице Центральной составила 0,041, на улице Молодежной – 0,039, Трудовой, Полевой – 0,037, контрольном участке – 0,038.

Полученные значения среднего относительного различия по комплексу признаков согласно шкале оценки стабильности развития, разработанной В. М. Захаровым с соавторами [1], соответствуют первому баллу шкалы на четырех исследованных участках, за исключением улицы Центральной. Результаты оценки свидетельствуют о произрастании растений в благоприятных условиях. Показатель асимметрии листьев березы повислой на улице Центральной соответствует второму баллу шкалы, т. е. растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов.

Рассчитанные показатели соответствуют данным учета автотранспортной нагрузки. Средняя интенсивность движения транспортных средств на улицах Центральной и Трудовой аг. Буховичи в период наблюдений (2023 г.) равна  $134 \pm 14$  авт./ч и  $48 \pm 4$  авт./ч. Средняя концентрация выделенных угарного газа, диоксида азота, углеводородов на исследованных участках значительно ниже предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

**Заключение.** В условиях аг. Буховичи величина интегрального показателя стабильности развития березы повислой варьирует в пределах 0,037–0,041, а также свидетельствует об отсутствии значительных отклонений состояния растений и позволяет оценить состояние среды как условно нормальное или удовлетворительное.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров [и др.]. – М. : Центр экол. политики России, 2000. – 68 с.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие / О. П. Мелехова [и др.]. ; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. – М. : Академия, 2007. – 288 с.
3. Наумова, А. А. Методика оценки степени флуктуирующей асимметрии листовых пластинок на примере березы повислой (бородавчатой) (*Betula pendula* Roth.) / А. А. Наумова, А. Б. Стрельцов // StudNet : науч.-образоват. журн. для студентов и преподавателей. – 2020. – № 3. – С. 303–311.

[К содержанию](#)

**В. В. ВАСЮЦЕНКО**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**ВИДОВОЙ СОСТАВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЮГО-ВОСТОКА  
Г. БРЕСТА**

**Актуальность.** Млекопитающие играют ключевую роль в биоразнообразии и функционировании экосистем. Изучение их видового разнообразия на конкретной территории позволяет оценить состояние природных сообществ, их стабильность и устойчивость к изменениям в окружающей среде [1]. Также млекопитающие часто служат важными индикаторами экологического состояния окружающей среды. Изменения в видовом составе могут свидетельствовать о возможных угрозах, таких как потеря мест обитания, загрязнение или изменение климата.

Земли населенных пунктов (селитебные территории), так же как и природные территории, являются местами обитания или временного пребывания десятков видов позвоночных животных. Учитывая высокие темпы происходящей урбанизации населенных пунктов Беларуси, особенно на современном этапе, а также отсутствие полноценного анализа последствий этого процесса для фауны селитебных территорий и антропогенного ландшафта в целом, актуальность комплексной аналитической работы такого плана очевидна [2].

Некоторые виды млекопитающих могут иметь прямое влияние на человека как в плане экономической значимости (например, сельскохозяйственные вредители или объекты охоты), так и в плане здоровья (например, переносчики инфекционных заболеваний) [3]. Знания о видовом составе млекопитающих необходимы для разработки и реализации программ охраны природы и устойчивого развития региона. Это позволяет выявить ключевые уязвимые участки и разработать целенаправленные меры по сохранению биоразнообразия. Прежде всего анализ видового состава млекопитающих позволяет идентифицировать угрозы и опасности, с которыми они сталкиваются в своей естественной среде обитания. Например, уменьшение численности или исчезновение определенных видов может свидетельствовать о деградации экосистемы или давлении со стороны человеческой деятельности, такой как уничтожение мест обитания или незаконная охота. На Брестчине на грани исчезновения находится зубр, олень, выдра [4]. На основе этих данных разрабатываются стратегии и меры по сохранению биоразнообразия. Это может включать в себя создание

заповедников или особо охраняемых природных территорий, введение ограничений на хозяйственную деятельность, проведение программ по восстановлению мест обитания или меры по контролю за браконьерством и незаконной торговлей дикими видами [5–7].

**Цель** – оценить современный состав фоновых видов млекопитающих юго-востока и окрестностей г. Бреста.

**Материал и методы.** Исследования проводили с сентября по декабрь 2022–2023 гг. В качестве основных использованы методы точечных учетов и прямых наблюдений. Метод опроса местного населения позволял дополнить данные, полученные с помощью точечных учетов и прямых наблюдений. Также проводилось непосредственное наблюдение за млекопитающими в их естественной среде обитания [6–8].

**Результаты исследований.** За время исследования на данной территории нами было установлено обитание 10 видов класса млекопитающих, относящихся к пяти отрядам: отряду непарнокопытных (*Artiodactyla*), отряду хищных (*Carnivora*), отряду насекомоядных (*Erinaceomorpha*), отряду грызунов (*Rodentia*) и отряду зайцеобразных (*Lagomorpha*). Список приведен в таблице.

Таблица – Видовой состав млекопитающих юго-востока г. Бреста

Вид (русское название)	Вид (латинское название)	Отряд
Кабан	<i>Sus scrofa</i>	<i>Artiodactyla</i>
Лось	<i>Alces alces</i>	
<b>Лисица обыкновенная</b>	<b><i>Vulpes vulpes</i></b>	<i>Carnivora</i>
Выдра речная	<i>Lutra lutra</i>	
<b>Еж белогрудый</b>	<b><i>Erinaceus concolor</i></b>	<i>Erinaceomorpha</i>
Серая крыса	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rodentia</i>
<b>Рыжая полевка</b>	<b><i>Clethrionomys glareolus</i></b>	
Бобр речной	<i>Castor fiber</i>	
Белка обыкновенная	<i>Sciurus vulgaris</i>	
<b>Заяц-русак</b>	<b><i>Lepus europaeus</i></b>	<i>Lagomorpha</i>

По полученным данным, видовой состав класса млекопитающих на территории микрорайона Ковалево г. Бреста не отличается значительным многообразием. Отряд грызунов имеет наибольшее количество представителей: серая крыса (*Rattus norvegicus*), бобр речной (*Castor fiber*), белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*), рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus*). В условиях Беларуси численность бобра речного увеличивается на протяжении двух десятилетий, он заселил и водоемы урбанизированных ландшафтов г. Бреста. Возможно, с широким распространением бобра речного связано проникновение в селитебные территории такого вида, как выдра

речная, которая в условиях Беларуси использует для своего жилища брошенные и редко используемые бобровые постройки жилого типа. Наиболее многочисленным представителем млекопитающих за время исследования является еж белогрудый (*Erinaceus concolor*), который освоил антропогенные ландшафты различных городов Беларуси. Редкими являются виды отряда непарнокопытных (*Artiodactyla*). Кабан (*Sus scrofa*) обычно ведет себя как типично лесной зверь, хотя и часто выходит кормиться на опушки, сельскохозяйственные угодья и в поймы рек. Лось – лесной обитатель, но ранней весной его можно видеть и на озимых посевах, а во второй половине лета – на посевах кормового люпина.

**Заключение.** В результате изучения видового разнообразия млекопитающих на юго-востоке г. Бреста с сентября по декабрь 2022–2023 гг. всего было отмечено 10 представителей класса млекопитающих, среди которых отряд грызунов (*Rodentia*) имеет наибольшее видовое разнообразие. Наименьшее разнообразие имеет отряд зайцеобразных (*Lagomorpha*).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. центр БГУ, 2005. – 319 с.
2. Демянчик, В. В. Изменение синантропного населения наземных позвоночных животных селитебных территорий юго-запада Беларуси за столетний период / В. В. Демянчик, М. Е. Никифоров // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2018. – Т. 63, № 3. – С. 286–297.
3. Об охране и использовании животного мира : Закон Респ. Беларусь, 19 сент. 1996 г., № 598-ХІІІ // Ведамасці Вярхоўн. Савета Рэсп. Беларусь. – 1996. – № 3. – Арт. 571.
4. Мешечко, Е. Н. Краеведение : учеб.-метод. пособие для студентов геогр. фак. / Е. Н. Мешечко ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2010. – 337 с.
5. Демянчик, М. Г. Учебная практика по зоологии позвоночных : учеб.-метод. пособие / М. Г. Демянчик, В. Т. Демянчик ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2012. – 178 с.
6. Бурко, Л. Д. Позвоночные животные Беларуси : учеб. пособие / Л. Д. Бурко, В. В. Гричик. – Минск : БГУ, 2003. – 373 с.
7. Мониторинг животного мира Беларуси (основные принципы и результаты) / Л. М. Сушня [и др.] ; под общ. ред. Л. М. Сушни, В. П. Семенченко ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т зоологии. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2005. – 223 с.
8. Овсейко, С. В. Правовой режим объектов животного мира / С. В. Овсейко // Библиотечка журнала «Юрист». – 2012. – № 21. – С. 78–80.

[К содержанию](#)

УДК 628.01

**А. В. ВАЧИНСКАЯ**

Минск, БГУ

Научный руководитель – Н. Л. Пшибытко, канд. биол. наук

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ  
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРОРОСТКОВ  
*HORDIUM VULGARE* ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ  
ОРГАНИЗМОВ**

**Актуальность.** Наиболее распространенным абиотическим стрессом, с которым сталкиваются растения в экосистемах и на урбанизированных территориях, является воздействие экстремальных температур. Особую актуальность эта проблема приобретает в связи с глобальным потеплением климата. Показано, что для 40 % территорий умеренной климатической зоны Земли воздействие высоких температур вызывает стрессовые реакции у растений [1]. В этой связи особенно важным становится поиск наиболее удобных методик и чувствительных показателей для выявления состояния стресса у растений.

Применение метода РАМ-флуориметрии может быть полезно как при изучении в целом функционирования фотосистем при воздействии стрессоров, так и в области экологического мониторинга за счет возможности полевого использования этой методики.

**Цель** – исследование динамики термоинактивации фотосинтетического аппарата растений *Hordium vulgare* с использованием метода РАМ-флуориметрии.

**Материалы и методы.** Флуоресценция хлорофилла *a* регистрировалась с использованием флуориметра JUNIOR-РАМ (Walz, Германия). Измерения производились после адаптации листьев к темноте (15 минут), во время которой происходит «затухание» процессов, связанных со световой фазой фотосинтеза [2].

Регистрировались следующие показатели флуоресценции: квантовый выход фоновой флуоресценции  $F_0$ , максимальной флуоресценции  $F_m$ , максимальный квантовый выход фотохимических реакций ФС2  $F_v/F_m$ , коэффициент нефотохимического тушения флуоресценции  $X_l$  и  $q_N$ , коэффициент фотохимического тушения флуоресценции  $X_l$  и  $q_P$ , коэффициент нефотохимического тушения флуоресценции  $X_l$  и Штерна – Фольмера  $NPQ$ , прямо пропорциональный концентрации тушителя, коэффициент

фотохимического тушения флуоресценции *Xl a qL*, отражающий долю открытых реакционных центров ФС2.

**Результаты исследования.** Нефотохимическое тушение флуоресценции *Xl a* статистически достоверно снижалось (на 30 %) уже через 15 минут нагревания 7-дневных проростков ячменя при 40 °С и освещении 120 мкмоль·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup> (рисунок, А, Б).

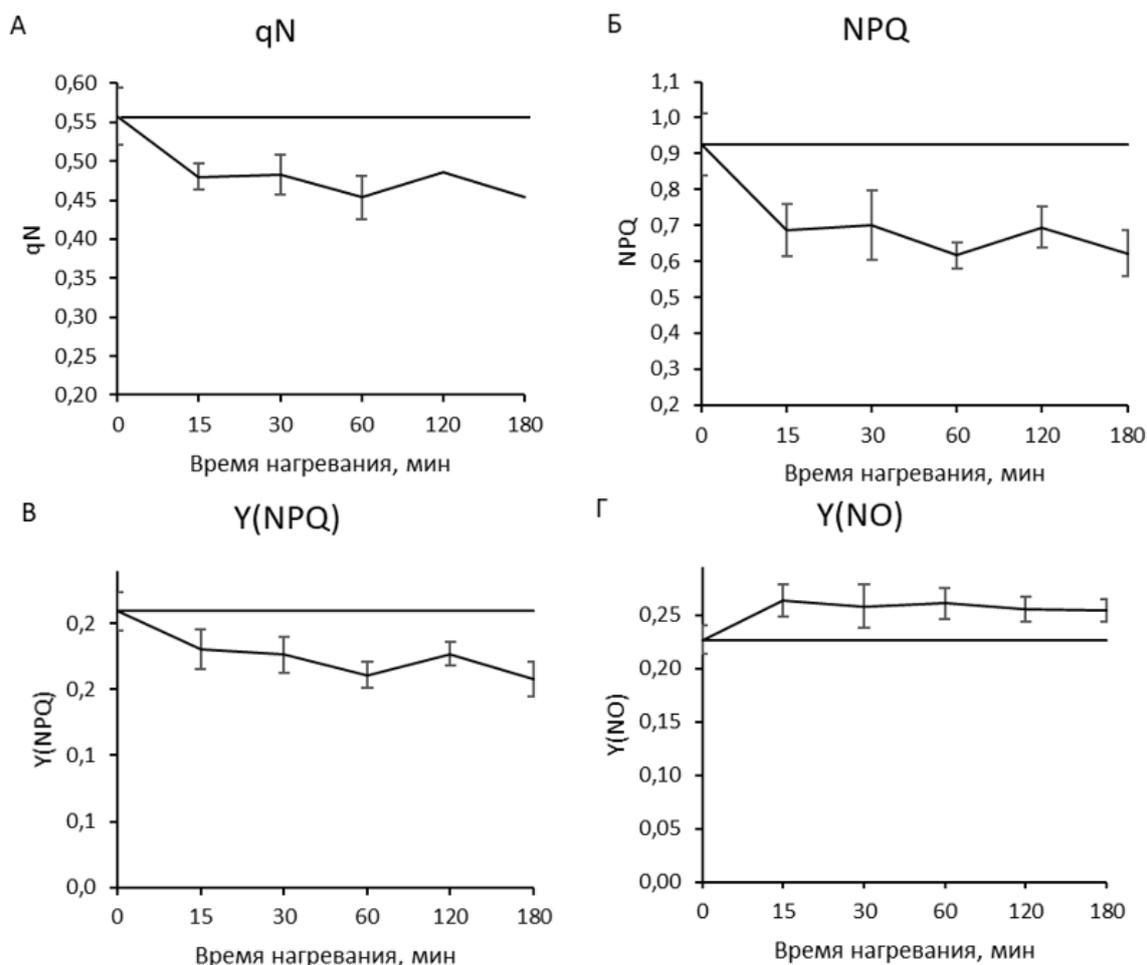


Рисунок – Изменение коэффициентов нефотохимического тушения флуоресценции *Xl a qN* (А), нефотохимического тушения флуоресценции *Xl a* Штерна – Фольмера NPQ (Б), светоиндуцированного нефотохимического тушения (В) и нерегулируемого нефотохимического тушения (Г) при тепловой обработке 7-дневных проростков ячменя при 40 °С и освещении 120 мкмоль·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>. Биологическая повторность n = 6–9

Причем наиболее сильные изменения претерпевал коэффициент нефотохимического тушения Штерна – Фольмера по сравнению с qN. Коэффициент qN описывает вклад нефотохимических процессов в тушение

флуоресценции *Xl a*, основываясь на концепции «открытых» и «закрытых» реакционных центров ФС2 [3]. NPQ отражает концентрацию центров тушения флуоресценции *Xl a* в фотосинтетической антенне [4]. Поэтому изменение параметра NPQ при тепловом стрессе могло отражать нарушение процессов диссипации энергии электронного возбуждения хлорофилловых молекул в антенне ФС2 или светособирающем комплексе ФС2 (ССК2).

Анализ светоиндуцированного нефотохимического тушения и нерегулируемого нефотохимического тушения показал, что термоиндуцированное снижение NPQ обусловлено нарушением светозависимых процессов, приводящих к тепловой диссипации энергии поглощенных квантов света (рисунок, В). Нерегулируемое нефотохимическое тушение статистически достоверно повышалось на 11–15 % (рисунок, Г).

**Заключение.** Показана высокая термочувствительность NPQ, что позволяет рассматривать данный показатель как индикатор стресса в фотосинтетическом аппарате и использовать для экологического мониторинга состояния растительного организма.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reynolds, M. P. Application of Physiology in Wheat Breeding / M. P. Reynolds, J. I. Ortiz-Monasterio, A. McNab. – CIMMYT, 2001. – 240 p.

2. Brestic, M. PSII Fluorescence Techniques for Measurement of Drought and High Temperature Stress Signal in Crop Plants : Protocols and Applications / M. Brestic, M. Zivcak // Molecular Stress Physiology of Plants / eds. G. R. Rout, A. B. Das. – India : Springer, 2013. – P. 87–131.

3. Light-adapted charge-separated state of photosystem II: structural and functional dynamics of the closed reaction center / G. Sipka [et al.] // Plant Cell. – 2021. – Vol. 33, № 4. – P. 1286–1302.

4. NPQ(T): a chlorophyll fluorescence parameter for rapid estimation and imaging of non-photochemical quenching of excitons in photosystem-II-associated antenna complexes / S. Tietz [et al.] // Plant Cell Environ. – 2017. – Vol. 40, № 8. – P. 1243–1255.

[К содержанию](#)

**В. Н. ГЕЛЕНКО**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

## **ОСЕННЯЯ АЛЬГОФЛОРА КАРЬЕРНОГО ВОДОЕМА «КОСИЧИ»**

**Актуальность.** Разнообразие водорослей напрямую зависит от особенностей водоема, наличия в нем различных химических веществ и загрязнителей. Изучение водорослей, обитающих в водоеме, позволяет охарактеризовать его и сделать выводы о его особенностях. В водной среде водоросли являются единственным продуцентом свободного кислорода, необходимого для дыхания водных организмов – как животных, так и растений. Водоросли, которым свойственны характерные признаки растительных организмов, – удобные модельные объекты для проведения разноплановых научных исследований. Значение водорослей в научной и хозяйственной деятельности человека не ограничивается изложенными выше аспектами. Водорослям отводят важную роль в решении ряда глобальных проблем, волнующих все человечество, в том числе продовольственной, энергетической, охраны окружающей среды, в освоении космического пространства, недр Земли, богатств Мирового океана, фармацевтических препаратов, биологически активных веществ, новых объектов биотехнологии. По составу водорослей можно установить степень загрязнения водоемов. Изучение водорослей представляет большой интерес для оценки биоразнообразия и мониторинга состояния пресноводных водоемов района, находящихся под угрозой или уже подверженных антропогенному воздействию, для прогнозирования и выработки рекомендаций по сохранению и нормальному функционированию природных комплексов [1; 2].

Карьерный водоем «Косичи» расположен в непосредственной близости от д. Большие Косичи Брестского района. Данный водоем образовался относительно недавно (в 90-е гг. прошлого столетия), с еще формирующейся экосистемой. Он активно используется в рекреационных целях. Карьер бессточный, овально-удлиненной формы, склоны котловины невысокие, песчаные, берега пологие, в некоторых местах заросшие прибрежной растительностью, дно песчаное. Водонаполнение происходит за счет грунтовых и ливневых сточных вод с автодороги, сельскохозяйственных полей, садовых товариществ, базы отдыха. Используется как место для отдыха и рыбалки, на его берегу располагается база отдыха PROWEEKEND [3; 4].

**Цель** – выявить таксономический состав водорослей, обитающих в карьерном водоеме «Косичи» в осенний период.

**Материалы и методы.** Объектами исследования явились водоросли, обитающие в карьерном водоеме «Косичи» в осенний период. Выполнение исследований предусматривало сбор проб воды и их анализ. Были определены места взятия проб воды, приготовлены стеклянные банки с крышками емкостью 100 мл. Сбор фитопланктона осуществляли непосредственно у берега и на середине канала. Для сбора фитобентоса извлекалось небольшое количество донного грунта и отложений на нем. Для изучения перифитона с помощью ножа и скребка снимали налет с поверхности подводных предметов. Все пробы помещались в стеклянные банки, и номера проб фиксировались на них и в полевом дневнике [5]. Для определения водорослей использовался «Определитель пресноводных водорослей СССР» под общей редакцией М. М. Голлербаха [6]. Таксономическая структура составлена согласно таксономическому каталогу [7].

**Результаты исследований.** В результате исследования были обнаружены и определены шесть родов водорослей, относящихся к трем отделам, четырем классам, пяти порядкам, пяти семействам.

Отдел Сине-зеленые водоросли – *Cyanophyta*.

Класс Хроококковые – *Chroococcophyceae*.

Порядок Хроококковые – *Chroococcales* Geitt.

Семейство Микроцистовые – *Microcystidaceae* Elenk.

Род Микроцистис – *Microcystis* (Kütz.) Elenk.

Класс Гормогониевые – *Hormogoniophyceae*.

Порядок Осцилляториевые – *Oscillatoriales* Elenk. em. Kondrat.

Семейство Осцилляториевые – *Oscillatoriaceae* (Kirchn.) Elenk. s. strict.

Род Осциллятория – *Oscillatoria* Vauch.

Отдел Диатомовые водоросли – *Bacillariophyta*.

Класс Центрофициевые – *Centrophyceae*.

Порядок Мелозировые – *Melosirales* Gles.

Семейство Мелозировые – *Melosiraceae* Kütz.

Род Мелозира – *Melosira* Ag.

Класс Пеннатофициевые – *Pennatophyceae*.

Порядок Бесшовные – *Araphales*.

Семейство Фрагилляриевые – *Fragilariaceae* (Kütz.) D. T.

Род Фрагиллярия – *Fragilaria* Lyngb.

Род Синедра – *Synedra* Ehr.

Порядок Шовные – *Raphales*.

Семейство Навикуловые – *Naviculaceae* Kütz.

Род Навикула – *Navicula* Bory.

Род Пиннулярия – *Pinnularia* Ehr.

Отдел Зеленые водоросли – *Chlorophyta*.

Класс Протококковые – *Protococcophyceae*.

Класс Вольвоксовые – *Volvocophyceae*.

Порядок Хламидомонадовые – *Chlamydomonadales* Fritsch.

Род Хлорелла – *Chlorella* Beyer.

Семейство Хламидомонадовые – *Chlamydomonadaceae* G. M. Smith.

Род Хламидомонас – *Chlamydomonas* Ehr.

**Заключение.** Как видим, в карьерном водоеме «Косичи», несмотря на небольшое разнообразие альгофлоры, преобладают водоросли, относящиеся к отделу *Bacillariophyta*, – четыре рода. В отделе *Cyanophyta* и *Chlorophyta* обнаружено два представителя.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Топачевский, А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – Киев : Вища шк., 1984. – 333 с. : ил.

2. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Н. В. Зуева [и др.]. – СПб. : РГГМУ, 2019. – 140 с.

3. Климец, Е. С. Эколого-гидрохимическая оценка карьерного водоема «Косичи» как антропогенного водного объекта в зимний период / Е. С. Климец, Т. Д. Видыш // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сб. материалов XII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 23–24 апр. 2020 г. / редкол.: М. А. Богдасаров, И. В. Абрамова, Т. А. Шелест. – Брест : БрГУ, 2020. – С. 87–89. – Деп. в ГУ «БелИСА» 12.06.2020, № Д202014.

4. Кириченко, Л. А. Оценка экологического состояния водоемов рекреационной зоны г. Бреста / Л. А. Кириченко, А. А. Волчек // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева ; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – С. 379–382.

5. Методы изучения пресноводного планктона : метод. рук. / под ред. А. П. Садчикова. – М. : Ун-т и шк., 2003. – 157 с.

6. Голлербах, М. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 14 / М. М. Голлербах, Л. К. Красавина. – Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1983. – 190 с.

7. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.4

**А. Н. ГМИР**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд. с.-х. наук, доцент

## **КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВЫХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВ БРЕСТСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Ферментативную активность почвы принято рассматривать как совокупность процессов, катализируемых внеклеточными (иммобилизированными на почвенных частицах и стабилизированными в почвенном растворе) и внутриклеточными ферментами почвенной биоты. Почвенные ферменты являются неотъемлемой частью жизни почвы, играющей важную роль в круговороте углерода, процессах самоочищения почвы. Таким образом, ферментативная активность почв является многофакторной и многофункциональной характеристикой почв. Как наиболее адекватно отражающий изменения свойств почв, этот показатель успешно применяется при мониторинге динамики почв [1] в условиях естественно-эволюционного развития и в результате антропогенных (агрогенных и техногенных) трансформаций.

Оксидоредуктазы участвуют в регуляции скорости протекания в почвах окислительно-восстановительных реакций, лежащих в основе синтеза гумусовых веществ, биологической фиксации азота и ряда других процессов, протекающих в почве.

Каталаза представляет собой одну из самых распространенных почвенных оксидоредуктаз и катализирует окислительно-восстановительную реакцию расщепления токсичной для живых организмов перекиси водорода, образующейся в процессе дыхания растений и при биохимических реакциях окисления органического вещества. Таким образом, возрастание активности каталазы является маркером интенсивности минерализации гумусовых веществ в почве [2]. Каталазная активность также является достаточно устойчивым и информативным показателем при энзимологической диагностике почвенных разностей.

**Цель** – оценить каталазную активность дерновых заболоченных почв Брестского района.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на базе кафедры ботаники и экологии в 2023–2024 гг. Объектами исследования послужили 11 почвенных образцов дерновой заболоченной почвы различного гранулометрического состава и степени гидроморфизма. В выборке присутствовали пахотные, лесные и луговые почвы.

Исследование каталазной активности почв проводили с использованием газометрического метода, основанного на определении объема кислорода, который выделяется в результате реакции расщепления перекиси водорода [3].

Данные по валовому содержанию и фракционно-групповому составу гумуса предоставлены научным руководителем исследования [4].

**Результаты исследований.** Дерновые заболоченные почвы (далее – ДБП) в целом характеризуются весьма благоприятными характеристиками гумусового состояния среди других минеральных почв республики. Так, среднее содержание гумуса в изученных ДБП составило  $5,98 \pm 1,99$  %. Поскольку активность каталазы зависит от доступности органического вещества в почве [5], логично было предположить высокую интенсивность каталазы. Тем не менее, несмотря на значительную гумусированность, выявлено, что каталазная активность изученных ДБП в целом была очень низкой. Так, средний объем кислорода, выделившийся из почвы, составил  $0,67 \pm 0,06$  мл. При этом связь каталазной активности с обеспеченностью ДБП органическим веществом отсутствовала ( $r = 0,01$ ). Наиболее тесно активность каталазы была связана с содержанием фракции гуминовых веществ, связанных с кальцием (ГК-2),  $-r = 0,7$ .

При этом установлено, что ферментативная активность изучаемых почв зависела от типа землепользования. Так, активность каталазы возрас- тала в ряду лес – пашня – луг (таблица).

Таблица – Каталазная активность дерновых заболоченных почв с различными свойствами

Тип земле- пользования	мл O <sub>2</sub> / г почвы	Степень гидроморфизма	мл O <sub>2</sub> / г почвы	Грануло- метрический состав	мл O <sub>2</sub> / г почвы
Луг	0,76	Глееватая	0,51	Песок связный	0,67
Пашня	0,69	Глеевая	0,74	Супесь рыхлая	0,70
Лес	0,45	Перегноино-глеевая	0,75	Супесь связная	0,73
$r = 0,93$		$r = 0,89$		Легкий суглинок	0,60
				$r = -0,41$	

В соответствии с этим рядом проявляется и тесная прямая корреляци- онная зависимость изучаемого показателя с содержанием гумуса ( $r = 0,93$ ). Анализ сопряженности показателей фракционно-группового состава гумуса с активностью в указанном ряду выявил тесную корреляционную связь также и для большинства показателей состава гумуса. Так, коэффициент корреляции выше 0,8 отмечается для таких показателей, как ГК-2 (0,98), ГК-3 (1,00), ΣГК (0,84), ФК-1а (-0,89), ФК-1 (-0,94), ФК-2 (1,00),

ФК-3 (1,00), Стк/Сфк (1,00). При этом активность каталазы снижалась с увеличением доли подвижных фракций гумуса ( $r = -0,90$ ).

Отмечен выраженный рост каталазной активности в следующем ряду почв по степени увлажнения: глееватые – глеевые – перегнойно-глеевые почвы (таблица). Тем не менее анализ массива данных по активности фермента каталазы в ДБП с различной степенью гидроморфизма выявил лишь умеренную положительную связь способности почв расщеплять  $H_2O_2$  с увлажненностью почв ( $r = 0,51$ ). При этом корреляционный анализ, проведенный после группировки почв по степени гидроморфизма и определения их средних значений, показывает, что связь между признаками тесная ( $r = 0,89$ ). Следует отметить, что временно избыточно увлажненные почвы в нашей выборке отсутствовали.

Влияние гранулометрического состава почв на показатель активности каталазы было более слабым. Наибольшая выявленная активность фермента относилась к самым легким по гранулометрическому составу почвам – связным пескам ( $0,88 \text{ мг}O_2/\text{г}$  почвы), однако среднее значение для этих почв составило всего  $0,67 \text{ мг}O_2/\text{г}$  почвы. В результате анализа выявлено, что с утяжелением гранулометрического состава почв каталазная активность возрастает, однако в почвенных образцах самого тяжелого гранулометрического состава (пашня) отмечается понижение показателя. В целом мы также отметили снижение каталазной активности с утяжелением гранулометрического состава в пахотных почвах.

**Заключение.** В результате проведенной работы выявлена очень низкая каталазная активность дерновых заболоченных почв Брестского района. Более высокими значениями активности фермента обладали почвы с более выраженным участием влаги в их генезисе.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казеев, К. Ш. Биология почв Юга России / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д : ЦВВР, 2004. – 350 с.
2. Ферментативная активность аграрных почв Верхневолжья / М. К. Зинченко [и др.] // Современ. проблемы науки и образования. – 2017. – № 3. – С. 98–101.
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
4. Домась, А. С. Содержание и состав гумуса в минеральных почвах Брестского Полесья : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.03 / А. С. Домась. – Минск, 2016. – 144 л.
5. Хазиев, Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 1982. – 204 с.

[К содержанию](#)

**Я. А. ГРЕСЬ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Т. А. Селевич, канд. биол. наук, доцент

## **СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДА В АГ. КОПТЁВКА ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Фитопланктон является незаменимым компонентом и участником процессов, определяющих продуктивность водных экосистем и качество их вод. Фитопланктон активно участвует в процессах самоочищения вод, поэтому данные организмы часто выступают в качестве индикаторных, благодаря чему можно оценить качество воды в пруду. Представляет интерес изучить структуру фитопланктона пруда, расположенного в 12 км на северо-восток от г. Гродно и созданного на небольшом ручье в рекреационной зоне аг. Коптёвка.

**Цель** – проанализировать сезонные изменения фитопланктона пруда аг. Коптёвка в период с апреля по сентябрь 2023 г.

**Материалы и методы.** Для исследования водного массива применялся метод выборочного обследования, при котором отбирались пробы с двух станций. Обследовали два прибрежных участка пруда. Участок № 1 находится в 27 м от автобусной остановки в восточном направлении. Участок № 2 расположен у противоположного берега.

Отбор проб фитопланктона осуществлялся зачерпыванием воды в пластиковую бутылку объемом 1 литр на глубине 15–20 см. Сгущение проб фитопланктона проводилось осадочным методом. Консервация осуществлялась сразу же после отбора проб добавлением к ним фиксатора Уотермея. Фиксированные пробы отстаивали в бутылках в темном месте в неподвижном состоянии. После осаждения водорослей пробу концентрировали путем сливания среднего слоя воды [1]. Систематическая принадлежность водорослей указана в соответствии с «Таксономическим каталогом» Т. М. Михеевой [2].

**Результаты исследований.** Нами проанализированы результаты исследования 12 проб фитопланктона, отобранных на двух станциях с апреля по сентябрь 2023 г.

В результате проведенных исследований в фитопланктоне пруда, расположенного в аг. Коптёвка, идентифицировано 54 вида водорослей, относящихся к 7 отделам, 13 классам, 19 порядкам, 32 семействам и 43 родам. Выявлены следующие семь отделов водорослей: *Cyanophyta* –

7 видов, *Cryptophyta* – 2 вида, *Dinophyta* – 1 вид, *Xanthophyta* – 2 вида, *Bacillariophyta* – 16 видов, *Chlorophyta* – 22 вида, *Euglenophyta* – 4 вида.

Как показали исследования, доминирующими по видовому разнообразию являются отделы *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Cyanophyta*. Разнообразии отделов *Euglenophyta*, *Xanthophyta*, *Dynophyta* и *Cryptophyta* во все сезоны было невелико, а представители некоторых из этих отделов не были выявлены вовсе (рисунок).

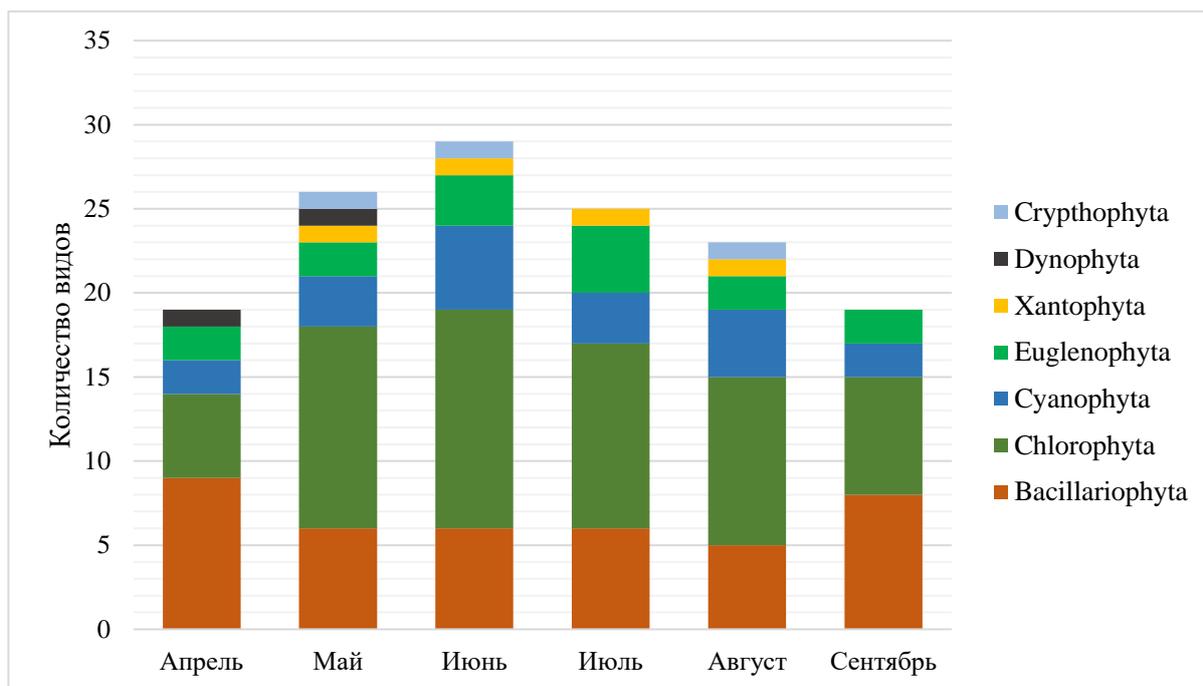


Рисунок – Сезонная динамика числа видов разных отделов водорослей в составе фитопланктона пруда в аг. Коптёвка в 2023 г.

Из вышеприведенной диаграммы видно, что лидирующее место по числу выявленных видов занимают отделы *Bacillariophyta* и *Chlorophyta*, что в целом характерно для прудов. При этом отдел *Bacillariophyta* занимает первое место в апреле и отчасти в сентябре, а с мая по август доминирующим был отдел *Chlorophyta*. Виды отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* и *Euglenophyta* встречаются в каждой пробе. Отделы *Cryptophyta*, *Dynophyta* и *Xanthophyta* встречаются не во всех пробах и немногочисленны по числу видов. Можно отметить, что виды *Xanthophyta* и, видимо, *Cryptophyta* встречаются с мая по август, а виды *Dynophyta* – только весной.

Наибольшее число видов выявлено в июне (29 видов), а в апреле и сентябре наименьшее (по 19 видов). Это связано с факторами, которые

напрямую воздействуют на жизнеспособность фитопланктона. К данным факторам относят количество света и температуру.

Температурные предпочтения различных отделов водорослей не совпадают, что приводит к изменению состава фитопланктона в разные сезоны. Этот процесс называется сезонной сукцессией видов.

Особенно требовательны к освещению и к температуре зеленые водоросли и большинство видов сине-зеленых, в значительном количестве развивающихся в летний сезон. Менее требовательны к условиям освещенности диатомовые [3]. Это подтверждают и наши данные (рисунок): *Bacillariophyta* встречается во всех месяцах, в апреле и отчасти в сентябре количественно превосходит другие отделы, однако с мая по август первое место по числу видов занимает отдел *Chlorophyta*. Количество видов в отделе *Cyanophyta* в летние месяцы также увеличивается. Поскольку количество света и температуры к сентябрю уменьшается, то и количество обнаруженных видов фитопланктона снижается, а некоторые отделы водорослей не были обнаружены вовсе.

**Заключение.** За период с апреля по сентябрь 2023 г. в исследуемых образцах планктона выявлено 54 вида водорослей.

Наибольшее число видов было найдено в июне (29), наименьшее – в апреле и сентябре (по 19). Это связано с факторами, которые наиболее заметно влияют на фитопланктон, а именно с количеством света и тепла. Таким образом, наблюдавшаяся нами с апреля по сентябрь 2023 г. динамика видового состава фитопланктона пруда в аг. Коптёвка в основном соответствует литературным данным.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садчиков, А. П. Методы изучения пресноводного планктона : метод. рук. / А. П. Садчиков. – М. : Ун-т и шк., 2003. – 157 с.
2. Водоросли планктона водоемов и водотоков Национального парка «Припятский» / Т. М. Михеева [и др.] ; под ред. Т. М. Михеевой. – Минск : Право и экономика, 2016. – 396 с.
3. Абакумов, А. И. Влияние условий среды на распределение фитопланктона в водоеме / А. И. Абакумов, Ю. Г. Израильский // Математическая биология и биоинформатика. / Ин-т автоматизации и процессов управления ДВО РАН. – 2012. – Т. 7, № 1. – С. 274–283.

[К содержанию](#)

**В. Л. ДОВГЕР**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. В. Бондарь, старший преподаватель

## **ОСОБЕННОСТИ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ЛИСТЬЯХ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ГОЛУБИКИ**

**Актуальность.** История происхождения голубики началась с Северной Америки. С давних времен коренное индейское население знало о пользе голубики: ее не только употребляли в пищу, но и готовили целебные отвары, а перетертая листва растения использовалась в качестве косметического средства. Ф. В. Ковилл первым начал изучать растение. К концу XX в. насчитывалось уже более 60 видов данного кустарника.

Осмотические свойства растительной клетки в значительной мере определяют законы проникновения в нее воды из окружающей среды. При соприкосновении двух растворов разных концентраций вследствие диффузии происходит их смешивание. Если между этими растворами имеется полупроницаемая перегородка, то возникает односторонний ток воды в раствор через нее. Это явление называется осмосом. Давление, которое надо приложить к раствору, чтобы воспрепятствовать поступлению в него растворителя через мембрану, называется осмотическим давлением. Осмотическое давление ( $P$ ) зависит от концентрации раствора, температуры, электролитической диссоциации растворенного вещества и может быть рассчитано по уравнению Вант-Гоффа.

**Цель** – изучить особенности осмотического давления в листьях некоторых сортов голубики.

**Материалы и методы.** Изученные сорта голубики принадлежат к роду *Vaccinium* L., описанному К. Линнеем. Автор разделил род на 12 видов. Число видов в роде после К. Линнея значительно возросло. Род *Vaccinium*, в свою очередь, относится к семейству *Ericaceae* Juss. (D.C.). Род *Vaccinium* L. включает в себя кустарники и полукустарнички, чаще всего с крупными вечнозелеными или опадающими листьями. Цветки одиночные, пазушные или в кистевидных соцветиях. Чашечка у цветка сращена с завязью, на верхушке с 4–5 обычно короткими зубцами. Венчик кувшинчатый, колокольчатый, цилиндрический или шаровидный. Лепестки сростаются почти до конца. После отцветания венчик опадает. Тычинок обычно 8–10, свободные, прикреплены тычиночными нитями к надпестичному диску близко к краю трубки венчика. Пыльник состоит из двух пыльцевых мешков. Завязь нижняя. Столбик с вытянутым или головчатым

рыльцем, плод – ягода, мясистая, тонкокожистая. Основным отличием, выделяющим группу голубик из остальных представителей рода, является плод – синяя ягода с сизоватым налетом и зеленой мякотью.

Корневая система у всех видов мочковатая, не имеет корневых волосков и располагается в верхнем слое почвы.

Голубика включает около 8 % полезных сахаров (фруктозы, глюкозы и сахарозы), а также достаточный объем органических кислот (лимонной, яблочной, уксусной и пр.). Она богата пектинами, клетчаткой и микроэлементами (среди последних можно выделить кальций, натрий, фосфор, магний, железо, марганец). В голубике много витаминов (А, группы В, С, Е, К, Р, РР). Одним из главных преимуществ этой ягоды является наличие в ней антоциана – растительного пигмента, выступающего в роли активного антиоксиданта. Благодаря такому составу, ягоды голубики обладают полезными свойствами и оказывают следующее лечебное воздействие на человеческий организм: антибактериальное, мочегонное, желчегонное, противовоспалительное, кардиотоническое, антисклеротическое.

Сорт *Bluecrop* был получен Ф. В. Ковиллом и О. М. Фриманом в 1934 г. и введен в культуру в 1952 г. Это куст средней мощности с вертикальными ветвями, раскидистый. Высота куста достигает до 1,7 м. *Bluecrop* обладает устойчивостью к вирусу красной кольцевой пятнистости, а также хорошо переносит засуху и зимние условия. Однако данный сорт требует сильной обрезки, так как при недостаточной обрезке ягоды могут остаться мелкими. Он считается сортом средней спелости. Ягоды *Bluecrop* имеют округлую форму и крупный размер, в среднем около 2,0×1,2 см. Окраска ягод светло-голубая с сизым налетом, а кожица очень плотная. Вкус плодов кисло-сладкий [1].

Определение осмотического давления клеточного сока осуществлялось рефрактометрическим методом. Бралась проба из десяти листьев двух сортов, листья измельчались в двух разных ступках, после чего переносились на двойной слой марли. С помощью ручного пресса сок отжимался в фарфоровую чашку. Величина осмотического давления определялась сразу после получения сока с листьев.

Для хорошего освещения призмы рефрактометр устанавливался в рабочее положение на хорошем освещении. На нижнюю полупризму наносилось две капли исследуемого раствора, и полупризмы прижимались друг к другу. Глядя в окуляр и вращая винт, поворачивающий полупризмы, находили такое положение, при котором линия раздела проходила через точку пересечения волосков. По шкале отсчитывалась процентная концентрация клеточного сока. Одновременно фиксировалась температура воздуха. После каждого определения призма протиралась сначала влажной, а затем сухой фильтровальной бумагой [2].

**Результаты исследований.** Осмотическое давление рассчитывалось по уравнению Вант-Гоффа ( $P = RTC_i$ ). Количество повторных исследований составляло три раза для каждого сорта. Далее высчитывалось среднее значение. Результаты представлены в таблице.

$$P_{л} = 0,0831 \cdot 304 \cdot 0,28 \cdot 1 = 7,07 \text{ (атм)}.$$

$$P_{с} = 0,0831 \cdot 304 \cdot 0,44 \cdot 1 = 11,1 \text{ (атм)}.$$

Таблица – Осмотическое давление в листьях

Варианты опыта	Количество повторных исследований	Концентрация сахарозы		Осмотическое давление, атм
		%	М	
Лист <i>Bluecrop</i>	1	9,6	0,28	7,07
	2			
	3			
Лист <i>Elisabeth</i>	1	15,1	0,44	11,1
	2			
	3			

**Заключение.** Осмотическое давление клеточного сока является показателем жизнедеятельности растения и его экологической приспособленности к условиям окружающей среды. Величина осмотического потенциала позволяет судить о способности растения поглощать воду из почвы и удерживать ее, несмотря на иссушающее действие атмосферы. Проведенный опыт показал, что осмотическое давление в листе *Bluecrop* меньше, чем у *Elisabeth*. Это обусловлено тем, что *Elisabeth* произрастал на более освещенной местности, и температура, влияющая на осмотическое давление у *Elisabeth*, была выше [2].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. – Минск : Беларус. навука, 1998. – 176 с.
2. Полевая практика по физиологии растений / В. М. Ерёмин [и др.]. – Брест : Изд-во БрГУ им. А. С. Пушкина, 1998. – 28 с.

[К содержанию](#)

**А. А. ДОРОШУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

## **МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В Г. БРЕСТЕ ЗА ПЕРИОД 2020–2023 ГГ.**

**Актуальность.** Сохранение здоровья населения является приоритетным направлением государственной политики, поэтому мониторинг качества атмосферного воздуха – важная составляющая экологической политики. Мониторинг включает наблюдение за состоянием воздуха, содержанием загрязняющих веществ и прогнозирование изменения качества воздуха в целях своевременного обнаружения негативно влияющих факторов. Отсутствие мониторинга и химического анализа атмосферных проб приведет к росту загрязненности воздуха, развитию токсических, мутагенных, канцерогенных эффектов для человеческого организма, флоры и фауны.

Наибольшее негативное воздействие на атмосферный воздух в Бресте оказывают объекты экономической деятельности, связанные с выбросами загрязняющих веществ, и транспортные средства. Распространенными загрязняющими веществами являются твердые частицы, монооксид углерода, диоксид азота. Высокие концентрации загрязняющих веществ оказывают негативное воздействие. Твердые частицы оседают в легких, монооксид углерода (СО) влияет на дыхательную и сердечную системы. Диоксид азота (NO<sub>2</sub>) – ядовитый газ, образует смог, кислотные дожди.

**Цель** – осуществить мониторинг качества атмосферного воздуха и проанализировать динамику выбросов монооксида углерода, диоксида азота и твердых частиц (до 10 микрон) в г. Бресте за период 2020–2023 гг.

**Материалы и методы.** Материал исследования – данные по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь за 2020–2023 гг., нормативные документы и литературные источники. Методы исследования – анализ и статистическая обработка данных.

**Результаты исследований.** Мониторинг качества атмосферного воздуха в г. Бресте основывается на отборах проб, производимых в течение изучаемого периода на наблюдательных пунктах, расположенных на улицах Северной, Янки Купалы, 17 Сентября, Пушкинской. Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводились в непрерывном

и дискретном режимах. Определялась концентрация основных загрязняющих веществ: твердых частиц, монооксида углерода, диоксида азота. Для сравнения и оценки состояния атмосферного воздуха использовались среднегодовые предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, установленные гигиеническими нормативами (таблица) [1].

Таблица – Загрязняющие вещества в атмосферном воздухе г. Бреста

Наименование показателя	Предельно допустимая среднегодовая концентрация (ПДК), мкг/м <sup>3</sup>	Фактическая среднегодовая концентрация, мкг/м <sup>3</sup>			
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Твердые частицы до 10 микрон	40,0	20	20	28	28
Монооксид углерода (CO)	500,0	1350	888	762	602
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	40,0	31	27	25	20

Анализ концентраций выбросов за 2020–2023 гг. показал, что содержание загрязняющих веществ в воздухе Бреста ниже предельно допустимой концентрации по большинству загрязняющих веществ (таблица).

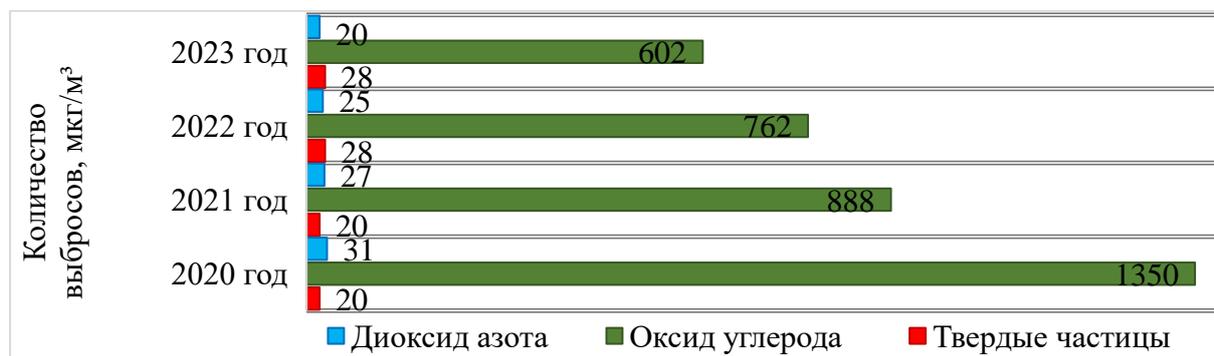


Рисунок – Динамика выбросов загрязняющих веществ за 2020–2023 гг.

Периоды с повышенными уровнями загрязнения были кратковременными, связанными с неблагоприятными для рассеивания загрязняющих веществ метеорологическими условиями. Превышение ПДК наблюдается по монооксиду углерода (CO) с тенденцией ежегодного снижения данного показателя. В анализируемом периоде наблюдается снижение концентраций диоксида азота. В 2022 и 2023 гг. в атмосферном воздухе было зафиксировано превышение концентрации по показателю твердых частиц. Максимальная среднесуточная концентрация твердых частиц была в мае и августе и составляла 1,8 ПДК. Причина этого заключалась в длительном отсутствии осадков в весенне-летний период. С целью минимизировать

последствия, связанные с отсутствием осадков, проводилось дополнительное увлажнение дорожного полотна.

Задача сокращения выбросов загрязняющих веществ является приоритетной для объектов хозяйственной деятельности. Наиболее ответственные внедряют на производствах современные способы снижения выбросов. Компания BREMOR в 2023 г. внедрила использование в холодильном комплексе природных хладагентов и солнечных станций. Это помогло снизить выбросы парниковых газов на 2700 тонн в год. В компании «Савушкин продукт» система рекуперации и использование электротранспорта снижают выбросы загрязняющих веществ за год на 723 тонны. РУП «Бреставтодор» оценивает целесообразность реконструкции или строительства участка дороги, исследует окружающую среду региона, воздействие транспортных средств на атмосферу. В 2022 г. проведено исследование окружающей среды дороги Брест – Минск. На предприятии «Аккумуляторный Альянс», благодаря автоматизации и герметизации оборудования участков с газовой выделением, снижено содержание вредных примесей в воздухе. Предприятие «Брестводоканал» использует озонирующие установки, очищающие воздух из-под куполов первичных отстойников и здания механической очистки. На автозаправочных станциях «Белоруснефть» внедрена система рекуперации паров топлива. Благодаря этому выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух снизились на 95 %.

**Заключение.** Показатели мониторинга атмосферного воздуха в Бресте в 2020–2023 гг. позволяют сделать вывод о том, что общее состояние воздуха достаточно благополучное. Проблемы с качеством атмосферного воздуха вызваны эпизодическими повышенными концентрациями твердых частиц, которые фиксировались при неблагоприятных метеорологических условиях. Проблемы с качеством воздуха также вызваны повышенными концентрациями монооксида углерода, превышающими предельно допустимую среднегодовую концентрацию. По результатам мониторинга индекс качества атмосферного воздуха в г. Бресте с учетом его влияния на здоровье населения оценивается как «хороший» или «очень хороший».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 01.01.2024.

[К содержанию](#)

**А. С. ДЯТЧИК, А. С. КЕЛЬНИК**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. А. Сакович, канд. биол. наук, доцент

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ МОХООБРАЗНЫХ ЛЕСОПАРКА «РУМЛЕВО»**

**Актуальность.** Лесопарки являются особыми урбанизированными территориями, так как занимают промежуточное положение между зелеными насаждениями городов и пригородными лесами. Однако насаждения здесь имеют в основном естественное происхождение, почвенный покров максимально сохраняется, уровень специального благоустройства в виде объектов и зон для отдыха и развлечений гораздо ниже, что значительно снижает рекреационную нагрузку в лесопарках [1].

Нами проведено первичное изучение мохообразных исторической части лесопарка «Румлево» в г. Гродно. Данный лесопарк является уникальным культурно-историческим и садово-парковым комплексом. Отличается живописными ландшафтами, уникальной богатой флорой. Расположен на юго-восточной окраине г. Гродно в пределах Принеманского жилого района. Он является неотъемлемой частью городской черты и служит местом отдыха для жителей Гродненщины. Лесопарк «Румлево» с 2019 г. преобразован в ботанический памятник природы местного значения. Его историческое прошлое предоставляет широкие возможности для разнообразной исследовательской деятельности.

**Цель** – выявление видового состава мохообразных исторической части лесопарка «Румлево».

**Материалы и методы.** Сбор бриофлористического материала на территории лесопарка «Румлево» проводился в июле 2023 г. в исторической части лесопарка с применением маршрутного и детально-маршрутного методов. К собранным гербарным образцам составлялись типовые этикетки, в которых указывались: 1) географическое месторасположение; 2) экологические условия; 3) растительные сообщества; 4) субстратная приуроченность. Камеральная обработка бриологического материала проведена в лабораторных условиях по стандартным методикам. В частности, применялся эколого-морфологический подход с использованием фундаментальных изданий цикла «Флора Беларуси» по мохообразным и «Флора мхов средней части Европейской России» [2; 3]. Таксономическая структура приведена на основании систематических списков по [4; 5].

**Результаты исследований.** В результате проведенных первичных полевых исследований в составе бриофлоры лесопарка «Румлево» выявлено 19 видов мохообразных, из которых один печеночник – *Ptilidium pulcherrimum*, 18 видов мхов – *Atrichum undulatum*, *Brachythecium rutabulum*, *B. albicans*, *Oxyrrhynchium hians*, *Cirriphyllum piliferum*, *Abietinella abietina*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Rh. triquetrus*, *Hypnum cupressiforme*, *Homalia trichomanoides*, *Hygroamblystegium varium*, *Orthotrichum striatum*, *Plagiomnium ellipticum*, *Pl. cuspidatum*, *Pl. undulatum*, *Pl. affine*, *Dicranum scoparium*, *Sciuro-hypnum populeum*.

Выявленные виды относятся к 2 отделам (*Bryophyta* и *Marchantiophyta*), 5 порядкам, 10 семействам, 13 родам. Наиболее представительными семействами по видовому объему являются *Brachytheciaceae* (5 видов) и *Mniaceae* (4 вида) (рисунок 1). Преобладание видов эпигейного семейства *Mniaceae* (21 %) отвечает экологическим условиям, сложившимся в парке, а представители семейства *Brachytheciaceae* (26,2 %) в условиях лесопарка заселяют такие экстремальные субстраты, как каменистый. Остальные семейства – одновидовые, составляют 60 % от всего объема, что повышает семейственное разнообразие мохообразных исторической части лесопарка «Румлево». Наиболее представительны по родовому составу семейства *Brachytheciaceae* и *Amblystegiaceae*. Остальные семейства представлены каждое одним родом, что составляет 62 % от их общего числа (рисунок 1).

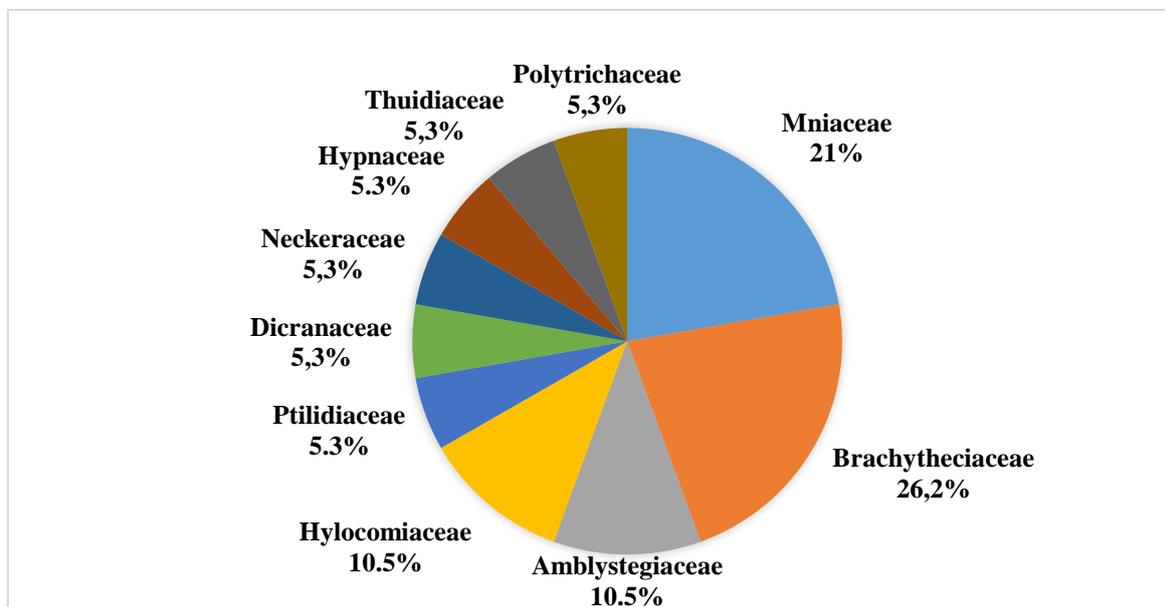


Рисунок 1 – Таксономическая структура мохообразных лесопарка «Румлево»

Данные мохообразные относятся к представителям разных экологических групп: эпигейды, эпифиты, эпилиты и группа видов с широкой экологической амплитудой. Из перечисленных видов 8 – эпигейды, 4 – эпиксила, 3 – эпифита, 4 вида имеют широкую экологическую амплитуду (рисунок 2). В связи с преобладанием в лесопарке «Румлево» таких древесных растений, как граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), некоторые виды изменили свою амплитуду толерантности и произрастают на других субстратах.

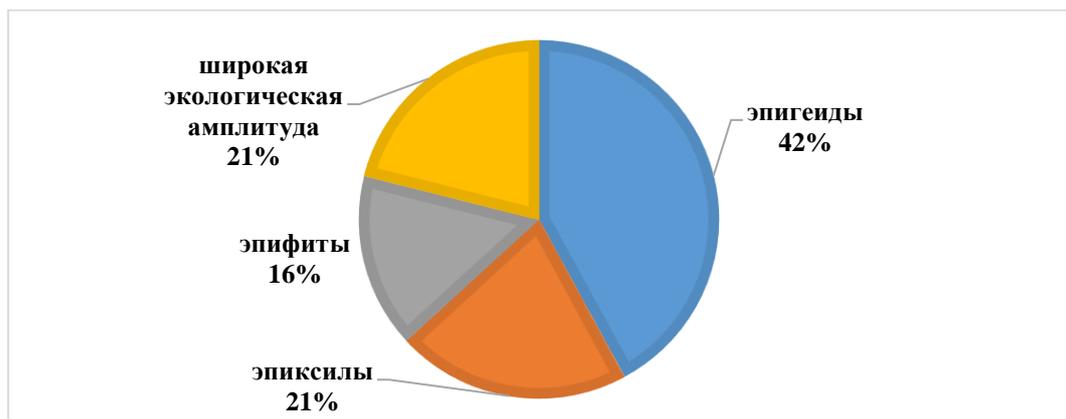


Рисунок 2 – Распределение видового состава мохообразных лесопарка «Румлево» по субстратным группам

**Заключение.** Проведено изучение бриокомпонента исторической части лесопарка «Румлево», в результате которого выявлено 19 видов надотдела Bryobionta. Основная доля видов – это представители лесных эпигедных семейств *Brachytheciaceae*, *Amblystegiaceae*, *Mniaceae*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головатин, М. Г. Орнитокомплексы лесопарков Екатеринбурга / М. Г. Головатин, А. Г. Ляхов // Рус. орнитол. журн. – 2013. – Т. 2. – С. 709–716.
2. Игнатов, М. С. Флора мхов средней части Европейской России : в 2 т. / М. С. Игнатова, Е. А. Игнатова. – М. : КМК, 2003–2004. – Т. 1. – 2003. – 608 с. ; Т. 2. – 2004. – 960 с.
3. Рыковский, Г. Ф. Бриофлора Полесья / Г. Ф. Рыковский, М. С. Малько, А. А. Сакович. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 349 с.
4. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 2. Hepaticopsida – Sphagnopsida / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 213 с.
5. Ignatov, M. S. Check-list of mosses of East Europe and North Asia / M. S. Ignatov, O. M. Afonina, E. A. Ignatova // Arctoa. – 2006. – Vol. 1. – P. 1–130.

[К содержанию](#)

**А. А. ЕФИМОВА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Т. А. Селевич, канд. биол. наук, доцент

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ Р. ПИНЫ И ЕЕ СТАРИЦЫ В ЧЕРТЕ Г. ПИНСКА**

**Актуальность.** Сохранение биологического разнообразия – одна из ключевых проблем построения общества устойчивого развития. Важнейшей составляющей биоразнообразия является флора. Периодическое изучение флоры необходимо для выявления ее состояния и динамики. Гидрофильный компонент флоры Беларуси изучен недостаточно, особенно с учетом разнообразия водных объектов.

**Цель** данного исследования – сравнение видового состава сосудистых растений р. Пины и ее старицы в черте г. Пинска.

**Материалы и методы.** Материалом послужили сосудистые растения, произраставшие в русле р. Пины и в ее старице, расположенной на левобережье реки и соединяющейся с ней узкой протокой. Приводятся результаты полевых наблюдений за четыре вегетационных сезона (2020–2023 гг). Флористические исследования проводили маршрутным методом путем пешего прохода и проезда на моторной лодке вдоль берега реки и старицы. Для более полного выявления видового состава растений флористические наблюдения выполняли на ключевых площадках, которые закладывали в основном на мелководье параллельно береговой линии. При экологическом анализе видового состава растений использовали методический подход российского гидробиолога В. Г. Папченкова, согласно которому выделяли водные растения (гидрофиты, гелофиты, гигрогелофиты) и околоводные (заходящие в воду береговые растения) [1].

**Результаты исследований.** В таблице представлено как общее количество видов растений, обнаруженных в реке или в старице, так и распределение их по экологическим группам (гидроморфам). Река заметно богаче видами по сравнению со старицей. Это относится почти ко всем экологическим группам, кроме гидрофитов, количество которых даже несколько выше в старице, чем в русле реки. Если в реке наибольшим числом видов представлены гигрофиты, то в старице именно гидрофиты. Степень сходства видового состава растений реки и старицы для полных списков невелика – коэффициент Жаккара составил 0,35 (таблица).

Таблица – Количественное распределение видов растений р. Пины и ее старицы по экологическим группам (приводится оценка сходства видового состава по Жаккару для каждой группы и для полных списков)

Экологическая группа	Число видов				Число общих видов	Коэффициент Жаккара
	Река		Старица			
	п	в %	п	в %		
Гидрофиты	11	22,9	13	36,1	8	0,50
Гелофиты	5	10,4	2	5,5	2	0,40
Гигрогелофиты	8	16,7	5	13,9	3	0,30
Гигрофиты	13	27,1	8	22,2	5	0,31
Гигромезо- и мезофиты	11	22,9	8	22,2	4	0,27
Всего	48	100	36	100	22	0,35

Как и следовало ожидать, наибольшее сходство видового состава растений реки и старицы оказалось для гидрофитов, наиболее тесно связанных с водной средой, которая как бы нивелирует условия жизни растений. Наименьшее сходство видового состава растений реки и старицы проявилось для группы «гигромезо- и мезофиты», т. е. для представителей наиболее сухопутной группы, нахождение которых в водной среде является нетипичным, а значит, в наибольшей степени незакономерным, т. е. случайным. Простой подсчет показывает, что соотношение числа водных и околоводных видов в реке одинаково, а в старице несколько преобладают водные виды: на них приходится 55,5 %.

С помощью рисунка сопоставим общее число видов и соотношение водных и околоводных видов на отдельных ключевых площадках. Наблюдается довольно сильное колебание общего числа видов растений именно на речных площадках. На первых шести площадках относительно постоянно количество водных видов (от 10 до 13), тогда как число околоводных особенно велико на площадке № 1 (она находится возле затона, где течение минимально) и также довольно значительно на площадках № 2, 3 (находятся вблизи пляжа и испытывают умеренную рекреационную нагрузку). Площадки № 4–6 и 9 обеднены околоводными растениями из-за сильного зарастания берегов тростником *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., а площадки № 7, 8 оказались малодоступными для исследования (с берега изучать их было невозможно), и число видов в целом здесь получилось минимальным. Число видов на старичных площадках приближается к таковому на самых богатых в реке, причем и в старице зарастание тростником снижает число околоводных видов. В целом можно сказать, что и в реке, и в старице число водных видов относительно стабильно в пространстве, более заметные колебания испытывает количество видов околоводных растений.

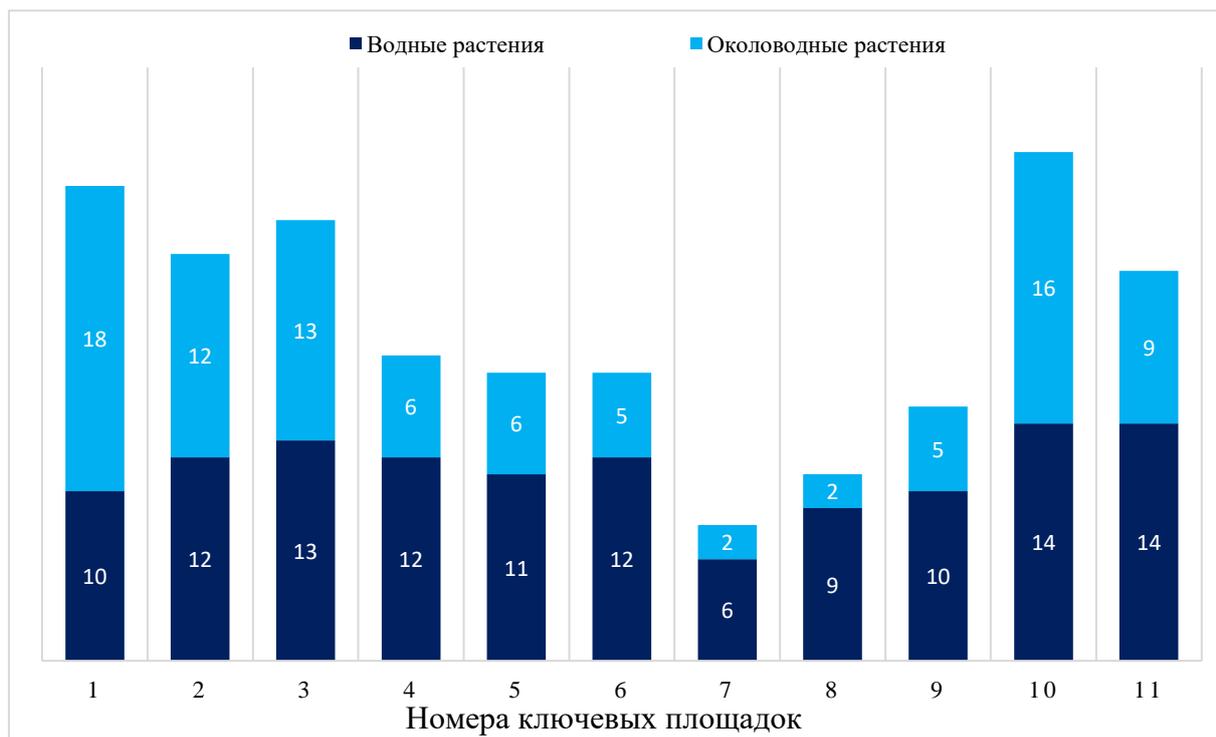


Рисунок – Количество видов настоящих водных и околоводных растений р. Пины и ее старицы на ключевых площадках: речных (1–9) и старичных (10–11)

**Заключение.** Для старицы р. Пины характерно меньшее видовое богатство сосудистых растений по сравнению с рекой, однако число и особенно доля настоящих водных растений в старице выше, чем в реке. Эти полученные нами результаты совпадают с данными для рек и стариц Среднего Поволжья [1]. Наши исследования количественного распределения видов растений по ключевым площадкам показали, что и в реке, и в старице число водных видов относительно стабильно в пространстве, более заметные колебания испытывает количество видов околоводных растений в связи с неоднородностью береговых условий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. Г. Папченков. – СПб., 1999. – 578 л.

[К содержанию](#)

УДК 581.14

**Е. А. ЖУК**

Минск, БГУ

Научный руководитель – Г. Г. Филиппова, канд. биол. наук, доцент

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПРАЙМИНГА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ К ЗАСОЛЕНИЮ**

**Актуальность.** В настоящее время одной из наиболее острых проблем растениеводства в Республике Беларусь является засоление почв [1]. Повышенное содержание солей в почвенном растворе приводит к нарушению клеточного гомеостаза и гормонального равновесия, вызывает дисбаланс в метаболизме, что препятствует нормальному процессу прорастания семян, функционированию корневой системы и росту проростков [2; 3]. Снизить негативное действие засоления и других стрессовых воздействий позволяет прайминг – технология обработки семян перед посевом, которая заключается в активации их метаболизма, в том числе защитных систем клеток. В зависимости от используемого прайминг-агента различают гидропрайминг, осмопрайминг, галопрайминг, биопрайминг, праймирование твердой матрицей и нек. др. [2; 3]. Инновационный подход предпосевной обработки семян не только улучшает прорастание семян, но и способствует адаптации растений к неблагоприятным условиям и в итоге повышению урожайности культур.

Благоприятное воздействие прайминга проявляется через стимуляцию различных внутренних механизмов, таких как активация фитогормонов, синтез антиоксидантных ферментов, инактивация ингибиторов роста и др. [2]. Однако каждый из этих механизмов имеет индивидуальную специфику для определенной культуры или сорта.

**Цель** – изучить влияние различных прайминг-агентов на скорость прорастания, всхожесть и начальные этапы роста проростков пшеницы в условиях засоления.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлась пшеница яровая сорта Славянка. В качестве прайминг-агентов использовались водные растворы KCl (0,1 М), NaCl (0,1 М), KNO<sub>3</sub> (0,1 М), ПЭГ (20 %). Семена (по 50 шт.) замачивали в чашках Петри в указанных растворах на протяжении 8 часов, контроль – дистиллированная вода. Через 8 часов семена промывали, подсушивали, после чего добавляли 10 мл H<sub>2</sub>O (контроль) либо 10 мл 50 мМ NaCl (засоление). Семена выдерживали в термостате при температуре 24 °С, с фотопериодом 16 ч – свет, 8 ч – тем-

нота в течение четырех суток. Опыт проводился в трехкратной повторности. В таблице представлены средние значения и ошибки средней величины. В ходе опыта определяли энергию прорастания семян (на вторые сутки после замачивания), всхожесть (на четвертые сутки) и массу побегов и корней четырехдневных проростков.

**Результаты исследований.** Полученные результаты показывают, что исследованные виды прайминга не оказывают существенного влияния на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы, выращиваемых в стандартных условиях. В этих вариантах опыта энергия прорастания составила 50–55 %, всхожесть – 60–70 % (таблица). Засоление не приводило к достоверно значимым изменениям всхожести, однако вызывало снижение энергии прорастания, что свидетельствует о нарушении метаболизма клеток в прорастающих семенах.

Анализ действия прайминг-агентов в условиях засоления показал, что обработанные раствором KCl семена имели более высокие показатели энергии прорастания. Обработка NaCl с последующим выращиванием в засоленных условиях не оказала значимого влияния на энергию прорастания. При обработке семян KNO<sub>3</sub> наблюдалась тенденция к увеличению данного показателя, однако полученные различия не были достоверно значимы по сравнению с контролем. Предварительное замачивание семян в растворе ПЭГ и последующее выращивание как в контроле, так и в растворе NaCl показало положительный эффект на энергию прорастания, всхожесть была сравнима с контролем.

Очевидно, что исследованные прайминг-агенты не оказывают существенного влияния на всхожесть семян, но приводят к увеличению скорости их прорастания, что благоприятно отражается на начальных этапах роста. Анализ сырой и сухой массы побегов и корней проростков показал, что действие засоления на непраймированные семена вызывает снижение сырой массы побегов и корней примерно на 25 % по сравнению с контролем. Интересно отметить, что сухая масса проростков, выращенных в условиях засоления, оказывалась выше, чем в контроле. Это свидетельствует, что под действием засоления происходит нарушение водного обмена растения, существенно снижается поступление и накопление воды в растущих тканях.

Предварительная обработка семян KCl способствовала увеличению сырой массы побегов и корней проростков. Обработка семян NaCl и KNO<sub>3</sub> не оказала существенного влияния на рост проростков в условиях засоления. ПЭГ-прайминг приводил к снижению сырой массы побега, вероятно обусловленному нарушением дальнего транспорта воды, так как сухая масса побега и корня в данном варианте опыта была значительно выше, чем у непраймированных растений, выращенных в стандартных условиях.

В условиях засоления защитное действие ПЭГ проявлялось только на сырой массе корня.

Таблица – Влияние различных прайминг-агентов на начальные этапы роста пшеницы в условиях засоления (50 мМ NaCl)

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Сырая масса побега, г	Сырая масса корня, г	Сухая масса побега, г	Сухая масса корня, г
Контроль	49 ± 2,06	68 ± 2,2	0,036	0,029	0,0020	0,0018
Засоление	44 ± 4,1	67 ± 3,7	0,027	0,022	0,0029	0,0025
KCl	54 ± 5,7	67 ± 5,1	0,033	0,027	0,0026	0,0021
KCl + засоление	51 ± 2,3	66 ± 5,7	0,031	0,026	0,0030	0,0025
NaCl	55 ± 5,7	69 ± 4,9	0,032	0,026	0,0029	0,0029
NaCl + засоление	45 ± 3,9	64 ± 4,6	0,029	0,025	0,0024	0,0023
KNO <sub>3</sub>	47 ± 3,8	60 ± 4,6	0,033	0,027	0,0020	0,0029
KNO <sub>3</sub> + засоление	48 ± 4,8	64 ± 6,4	0,034	0,021	0,0027	0,0023
ПЭГ	53 ± 4,1	67 ± 2,4	0,029	0,027	0,0029	0,0031
ПЭГ + засоление	55 ± 4,9	72 ± 5,3	0,030	0,029	0,0024	0,0019

**Заключение.** Исследование показывает, что прайминг семян в растворах ПЭГ и KCl положительно влияет на энергию прорастания. Защитный эффект использования таких прайминг-агентов, как KCl, KNO<sub>3</sub> и ПЭГ, отражается также на значениях массы корней и побегов проростков, выращенных в условиях засоления. Полученные данные предоставляют перспективы использования данных агентов для стимуляции прорастания семян и возможного повышения урожайности культурных растений, подвергающихся действию стрессовых факторов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловцов, Н. И. Эколого-экономические проблемы землепользования Беларуси / Н. И. Соловцов, А. А. Лопатнюк, А. В. Унукович // Экон. вопросы развития сел. хоз-ва Беларуси. – 2015. – № 43. – С. 211–220.
2. Янченко, А. В. Прайминг – инновационное развитие методологии подготовки семян к посеву (обзор) / А. В. Янченко, А. Ф. Бухаров, А. Ю. Федосов // Овощи России. – 2023. – № 5. – С. 28–36.
3. Does Seed Priming Induce Changes in the Levels of Some Endogenous Plant Hormones in Hexaploid Wheat Plants Under Salt Stress? / M. Iqbal [et al.] // Journal of Integrative Plant Biology. – 2006. – № 48 (2). – P. 181–189.

[К содержанию](#)

**К. С. ЖУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНОВ КАДМИЯ  
НА ДИНАМИКУ ОТКЛАДКИ ЯИЦ ОСОБЬЯМИ F1 ЛИНИИ  
BERLIN *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** Кадмий – незначительный для человека и растений металлический элемент. Происхождение кадмия имеет два типа: антропогенный и природный. Он присутствует в воздухе и воде, большая его часть по истечении времени попадает в почву. Основным источником антропогенного кадмия являются производства, связанные с кадмием, применение химических удобрений, загрязненные осадки сточных вод, канализационные стоки и сельскохозяйственные стоки. Кадмий мигрирует в окружающую среду и атмосферу при сжигании твердых отходов [1, с. 1]. В почве кадмий присутствует в виде ионов, но может находиться в почвенном растворе в хелатной форме. В норме частицы кадмия задерживаются в корнях растений, и только небольшая часть транспортируется в наземную часть растения в следующем порядке: корни, листья, плоды, зерна. Транспорт кадмия через ксилему ограничен у большинства растений, а его концентрация в семенах, плодах и побегах минимальна, что свидетельствует о том, что кадмий с трудом перемещается в флоэме. Некоторые виды растений могут накапливать более высокую концентрацию кадмия в листьях по сравнению с корнями [2, с. 4]. Преимущественно рацион дрозофилы состоит из ферментированных фруктов, овощей, сока растений и др.

**Цель** – анализ влияния ионов кадмия ( $Cd^{2+}$ ) на динамику откладки яиц особями F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента использовалась дикая линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии, генетики и химии БрГУ имени А. С. Пушкина. Источником ионов кадмия послужили растворы нитрата кадмия в различных концентрациях. Для оценки биологического действия ионов кадмия ( $Cd^{2+}$ ) на динамику откладки яиц линии дрозофилы использовались четыре варианта опыта: контроль, предельно допустимая концентрация действующего вещества (ПДК), 10 ПДК и 100 ПДК. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Мухи проходили в данной среде полный цикл развития, после чего попарно высаживались в баночки с чистой питательной средой.

Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 по количеству отложенных яиц парой мух в трех кладках, при этом учет численности проводился в течение трех суток.

**Результаты исследований.** Результаты анализа динамики откладки яиц особями F1 линии Berlin *D. melanogaster* в зависимости от концентрации ионов кадмия ( $Cd^{2+}$ ) представлены на рисунке. Динамика откладки яиц различна при разных вариантах воздействия, однако общим является то, что минимальное количество яиц было отложено в первые сутки (кладка 1), далее наблюдается рост численности отложенных яиц, достигающий своего максимума на третьи сутки (кладка 3).

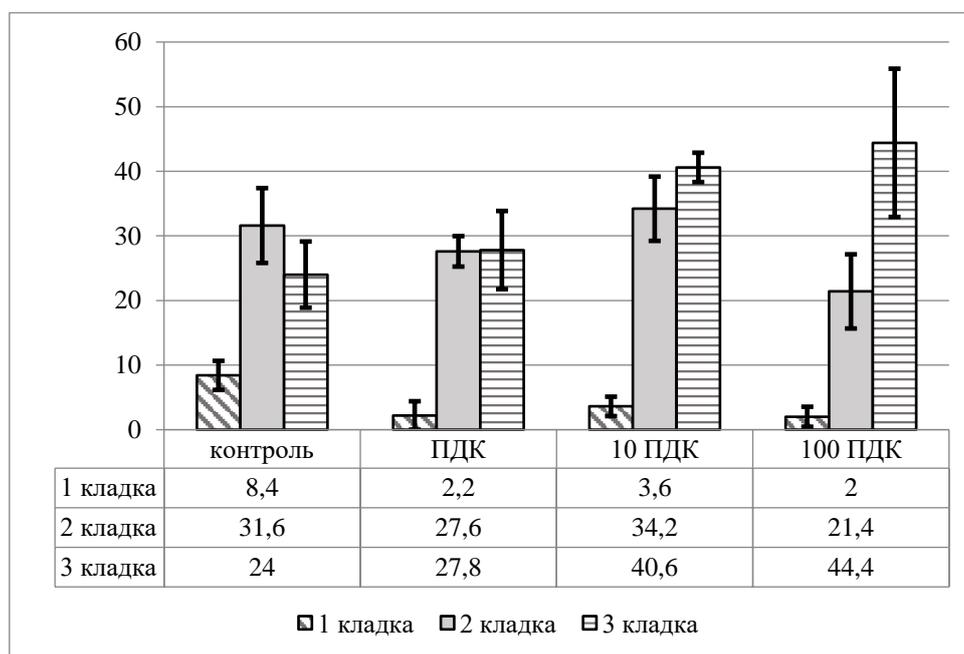


Рисунок – Динамика откладки яиц особями F2 линии Berlin *D. melanogaster*

В контроле количество отложенных яиц увеличивается от первой до второй кладки, достигая своего максимума на вторые сутки (кладка 2). Количество отложенных яиц в кладке 2 имеет тенденцию к увеличению по сравнению с кладкой 1 и кладкой 3. Количество отложенных яиц в кладке 3 достоверно выше, чем в кладке 1, и имеет тенденцию к снижению по сравнению с кладкой 2.

При концентрации ПДК нитрата кадмия количество отложенных яиц увеличивается от первой до третьей кладки, достигая своего максимума на вторые-третьи сутки (кладка 2 и кладка 3). Количество отложенных яиц в кладке 2 и кладке 3 достоверно выше, чем в кладке 1. Таким образом,

установлено, что при концентрации ПДК нитрата кадмия выявлено отсутствие достоверных отличий между кладкой 2 и кладкой 3.

Динамика откладки яиц при воздействии концентрации 10 ПДК имеет сходство с динамикой откладки яиц при концентрации 100 ПДК нитрата кадмия и характеризуется резким ростом в течение вторых-третьих суток, достигая своего максимума на третьи сутки (кладка 3). Количество отложенных яиц в кладке 3 при данных вариантах воздействия достоверно выше, чем в кладке 1. Статистически значимое увеличение откладки яиц на вторые сутки (кладка 2) по сравнению с первыми сутками (кладка 1) наблюдается при концентрации нитрата кадмия 10 ПДК.

Сравнительный анализ динамики откладки яиц позволил установить, что в течение первых суток (кладка 1) количество отложенных яиц в вариантах воздействия ПДК, 10 ПДК и 100 ПДК не имеет статистически достоверных отличий от количества отложенных яиц в контроле и является наиболее низким. В контроле выявлена тенденция к увеличению количества яиц в кладке 1 по сравнению с ПДК, а также наблюдается статистически достоверное увеличение отложенных яиц по сравнению с вариантом воздействия 100 ПДК. Численность яиц при всех вариантах воздействия ПДК, 10 ПДК и 100 ПДК в кладке 2 не имеет статистически достоверных отличий по сравнению с контролем. Сравнительный анализ динамики откладки яиц позволил установить, что в течение третьих суток (кладка 3) количество отложенных яиц в вариантах воздействия ПДК, 10 ПДК и 100 ПДК не имеет статистически достоверных отличий от количества отложенных яиц в контроле и является наиболее высоким. При воздействии концентрацией 10 ПДК выявлена тенденция к увеличению количества яиц в кладке 3 по сравнению с контролем, а также наблюдается статистически достоверное увеличение количества отложенных яиц по сравнению с вариантом воздействия 100 ПДК.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что воздействие ионов кадмия в концентрации 10 ПДК приводит к увеличению откладки яиц особей F1 линии Berlin *D. melanogaster* на третьи сутки (кладка 3).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reducing Cadmium Accumulation in Plants: Structure-Function Relations and Tissue-Specific Operation of Transports in the Spotlight / Xin Huang [et al.] // *Plants*. – 2020. – Vol. 223, № 9. – P. 1–18.

2. Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies / F. U. Haider [et al.] // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2021. – Vol. 211, № 111887. – P. 1–22.

[К содержанию](#)

**К. Н. ЗАЯЦ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

### **КОЛЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ *IN VITRO* В РЕШЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ШКОЛЫ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДМЕТА «БИОЛОГИЯ» В 6 КЛАССЕ**

**Актуальность.** Коллекции растений *in vitro* создаются с целью сохранения биоразнообразия растительных ресурсов, реинтродукции и разработки подходов к промышленному использованию ее образцов для получения биотехнологического растительного сырья [1]. Также важно формирование коллекций редких и охраняемых растений природной флоры, поскольку такой подход зачастую является единственным возможным способом сохранения биологического разнообразия растений, а также способом увеличения численности сохраняемого таксона [2]. На базе создания коллекций организовываются и проводятся научные исследования по селекции, защите растений, акклиматизации растений и их интродукции. Следует отметить, что в Республике Беларусь занимаются созданием коллекций растений многие научно-исследовательские институты и высшие учебные заведения. Мотивация на сохранение природных ресурсов и биологического разнообразия, на формирование и развитие социально значимых личностных компетенций по освоению современного биотехнологического подхода, применяемого в создании коллекции растений, может быть реализована в организации образовательного процесса при изучении учебного предмета «Биология» в школе.

**Цель** – продемонстрировать возможность использования коллекций растений *in vitro* в образовательной среде школы.

**Материалы и методы.** Объектом исследования выступила коллекция пробирочных растений *in vitro* кафедры зоологии, генетики и химии БрГУ имени А. С. Пушкина. Предметом исследования явилась разработка методических подходов по использованию объекта исследования для решения образовательных задач. В работе применялись общенаучные методы исследования – анализ, обобщение, систематизация.

**Результаты исследований.** Изучив нормативные документы Министерства образования Республики Беларусь по осуществлению образовательного процесса в 2023/24 учебном году в учреждениях общего среднего образования, а также содержание учебной программы по предмету «Биология» в 6 классе, нами были определены темы, для полноты раскрытия

которых целесообразным было бы использование коллекций растений (таблица). Исходя из формы организации обучения биологии, содержания учебного материала, а также основных требований к результатам учебной деятельности учащихся, нами разработаны методические приемы по использованию коллекций растений *in vitro*.

Таблица – Темы уроков по предмету «Биология» в 6 классе, в которых рекомендуется использование коллекций растений *in vitro*

Тема	Форма организации обучения	Содержание учебной программы
Тема 2. Живая природа и методы ее изучения	Экскурсия 1. Наблюдение за живыми объектами	Методы изучения живой природы. Наблюдение и биологический опыт – важнейшие методы изучения природы
Тема 5. Размножение организмов	Лабораторное занятие «Вегетативное размножение растений»	Понятие о размножении организмов и его значении. Способы размножения. Бесполое размножение (деление клетки, образование спор, частями тела – вегетативное размножение, почкование)

В теме «Размножение организмов» по учебной программе предусмотрено выполнение лабораторной работы «Вегетативное размножение растений». Как показал анализ методической литературы, для закрепления знаний учащихся о способах бесполого размножения растений предлагается на практике отработать умения по черенкованию комнатных растений традесканции, пеларгонии, фуксии. Конечно, это удобные объекты для проведения практического опыта, однако возникает вопрос, насколько знания и умения, приобретенные учащимися, могут быть применены ими в повседневной жизни. Дело в том, что в современных квартирах редко можно встретить данные виды растений, а предпочтение отдается экзотическим растениям. Орхидеи – одни из самых популярных экзотов, пользующихся спросом и предлагаемых покупателям в цветочных магазинах. Известная домашняя любимица пеларгония последнее время получила широкое распространение в ландшафтном дизайне. Исходя из ведущей роли мотивационного аспекта в освоении новых знаний учащимися, предлагаем в структуру содержания учебного материала ввести «технологические» знания уже на первом этапе изучения биологии в общем среднем образовании, поскольку на базе этих знаний в следующих классах можно будет точнее, иллюстративнее перейти к научно-теоретическим фундаментальным знаниям, которые необходимы в профессии ландшафтного дизайнера, сотрудников ботанических садов, различных лабораторий по выращиванию

растений и специальных донорских банков коллекций растений, культивируемых в условиях *in vitro*.

В 6 классе учащимся можно предложить поучаствовать в проектной деятельности по микроклональному размножению орхидей. Для данного проекта необходимо само растение орхидеи, от которого будут отделены фрагменты – экспланты для высаживания на питательные среды в емкости в стерильных условиях. Наблюдения за изолированными фрагментами позволят зафиксировать формирование на них микроклонов, постепенно развивающихся в полноценные растения, которые можно будет пересадить в грунт и уже ухаживать как за взрослым растением. Намного упрощается выполнение проектной деятельности с использованием коллекции растений *in vitro*, в которой уже имеются микроклоны орхидей. Ознакомиться с такими коллекциями можно во время экскурсии в учреждения и организации, занимающиеся вопросами микроклонального размножения растений. Также в связи с развитием информационных технологий возможно совместное создание онлайн-блога по микроклональному размножению растений, в котором и специалисты, и учащиеся смогут обмениваться иллюстрациями, записями, комментариями, наглядно наблюдая за ростом и развитием растений *in vitro*. Видео- и фотофиксация наблюдений поможет учащимся проанализировать не только результат, но и сам процесс применяемой современной технологии вегетативного размножения растений. Можно будет оценить, насколько быстро происходил рост одних растений, и сравнить с другими, увидеть, где были допущены ошибки, поделиться своими возможными открытиями, задать вопросы и получить на них ответы.

Таким образом, использование коллекций растений *in vitro* в изучении учебного предмета «Биология» в 6 классе создает фундамент, включающий блоки информационной обеспеченности, функциональной грамотности, технологической умелости для определения круга интересов учащихся и осознания ими места и роли основ наук в их будущей профессии.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асептическая коллекция и банк ДНК Центрального ботанического сада НАН Беларуси как эффективные инструменты сохранения редких растений / Е. В. Спиридович [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2017. – № 3. – С. 117–128.

2. Привалов, Ф. И. Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь – источник продовольственной, природоохранной и биологической безопасности / Ф. И. Привалов, С. И. Гриб, И. С. Матыс // Земледелие и защита растений. – 2016. – Прил. к № 4. – С. 3–6.

[К содержанию](#)

**С. В. КЕЗИК, Т. А. КАБУЛОВ**

Минск, БГУ

Научный руководитель – О. В. Недзьведь, канд. техн. наук, доцент

## **ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОКРОВА ВОДОРΟΣЛЕЙ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Актуальность.** *Macrocystis pyrifera* – бурая макроводоросль, имеющая большое экологическое значение как основной продуцент и структурообразующий фундаментальный вид, обеспечивающий среду обитания и источник питания для многих видов. Кроме того, водоросли применяются как сырье для производства альгината, пищевых добавок, удобрений, косметики [1]. Водоросли чувствительны к изменению условий окружающей среды: например, повышение температуры приводит к смещению границы ареала их обитания и сокращению биомассы. В связи с этим долгосрочное наблюдение за водорослевыми лесами является важным для изучения динамики экосистем в ответ на изменения климата. Сбор данных о распространении водорослей на основе космических снимков затруднен из-за особенностей отражения водорослями света, в результате чего их сложно выделить на фоне волн [2].

**Цель** – определить регионы распространения водорослей посредством сегментации нейросетевой моделью на мультиспектральных спутниковых снимках.

**Материалы и методы.** Данные для построения модели, использованные в статье, были взяты из открытых источников (<https://www.drivendata.org/competitions/255/kelp-forest-segmentation/page/792/>) и представляют собой спутниковые мультиспектральные изображения, полученные при помощи спутников программы дистанционного зондирования *Landsat* [3; 4].

Мультиспектральные изображения содержат дополнительные каналы, как правило, за пределами видимого диапазона, для них характерно хорошее пространственное разрешение, но большое количество артефактов [5; 6]. Изображения, используемые в работе, помимо красного, синего и зеленого каналов, содержат *SWIR* (коротковолновой инфракрасный диапазон) и *NIR* (ближний инфракрасный диапазон), поскольку здоровая растительность отражает значительное количество ИК-излучения (рисунок 1).

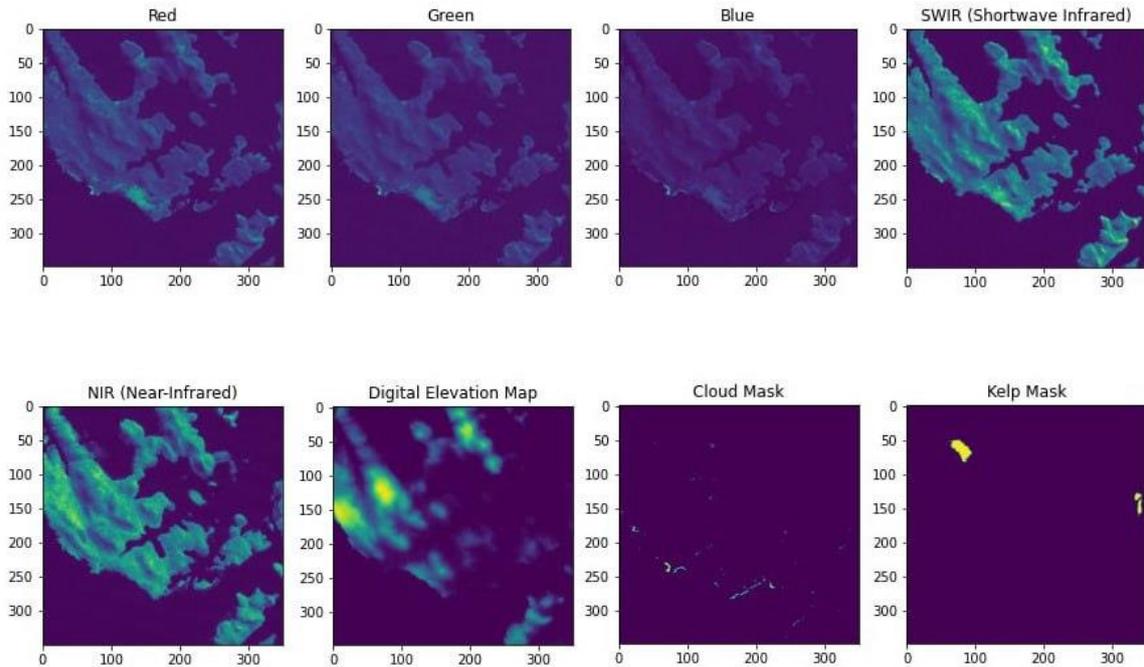


Рисунок 1 – Мультиспектральное изображение водорослей на спутниковом снимке

В работе была использована нейронная сеть *Feature Pyramid Network (FPN)* ([https://github.com/qubvel/segmentation\\_models.pytorch](https://github.com/qubvel/segmentation_models.pytorch)) с энкодером *ResNet50*. Для обучения были использованы следующие параметры: размер батча 8, коэффициент скорости обучения 0,001, оптимизатор *Adam*. Обучение проводилось на 4920 изображениях, для увеличения размера обучающей выборки использовалась аугментация на основе аффинных преобразований. Исходный датасет был отфильтрован по уровню зашумленности, для исследования были выбраны изображения с уровнем зашумленности меньше 5 %. Для оценки результатов была использована метрика Дайса (Dice Score), которая позволяет определить сходство изображений.

**Результаты исследований.** Для каждого изображения был вычислен NDVI-индекс (нормализованный индекс различий растительности), который позволяет оценить покров водорослей. Для тренировки модели использовался NDVI-индекс и SWIR-канал исходного датасета. Тестирование проводилось на 1426 изображениях, валидация на 143 изображениях. Данные настройки позволяют получить оценку по метрике Дайса, равную 70 % на тренировочном датасете (рисунок 2).

**Заключение.** Выполненная нами работа успешно продемонстрировала возможности использования нейронных сетей для сегментации многоканальных изображений водорослей. Предложенная нами модель может применяться для оценки покрова водорослей в пресных водоемах.

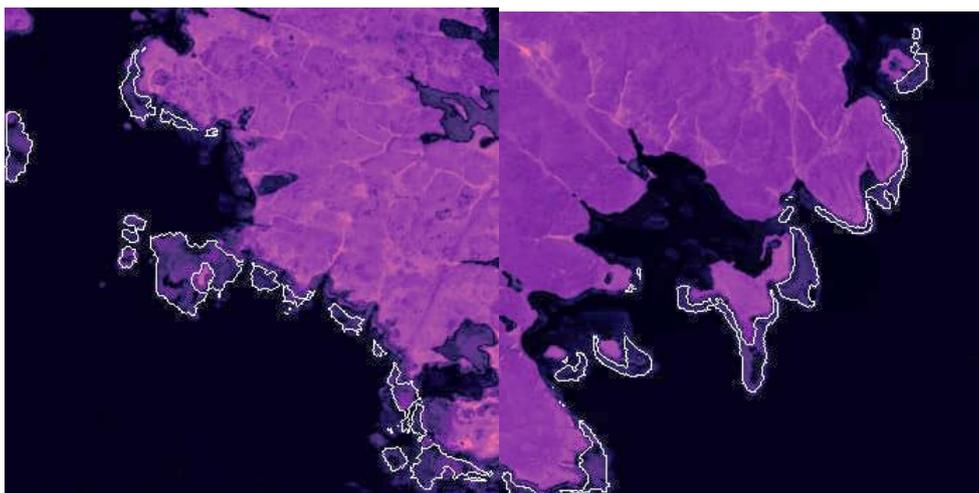


Рисунок 2 – Результаты сегментации, совмещенные со спутниковым изображением

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Past climate-driven range shifts structuring intraspecific biodiversity levels of the giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) at global scales [Electronic resource] / J. Assis [et al.] // *Scientific Reports*. – 2023. – Vol. 13, № 12046. – Mode of access: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38944-7>.

2. Cavanaugh, K. C. An Automated Method for Mapping Giant Kelp Canopy Dynamics from UAV [Electronic resource] / K. C. Cavanaugh, T. W. Bell, E. G. Hockridge // *Frontiers in Environmental Science*. – 2020. – Vol. 8. – Mode of access: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.587354>.

3. Marquez, L. Artificial intelligence convolutional neural networks map giant kelp forests from satellite imagery [Electronic resource] / L. Marquez [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12, № 22196. – Mode of access: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26439-w>.

4. Nijland, W. Satellite remote sensing of canopy-forming kelp on a complex coastline: A novel procedure using the Landsat image archive [Electronic resource] / W. Nijland, L. Reshitnyk, E. Rubidge // *Remote Sensing of Environment*. – 2019. – Vol. 220. – P. 41–50. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.10.032>.

5. Ghamisi, P. Integration of Segmentation Techniques for Classification of Hyperspectral Images [Electronic resource] / P. Ghamisi, M.S. Couceiro, M. Fauve [et al.] // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. – 2014. – Vol. 11, № 1. – P. 342–346. – Mode of access: <https://doi:10.1109/lgrs.2013.2257675>.

6. Myasnikov, E. V. Hyperspectral image segmentation using dimensionality reduction and classical segmentation approaches / E. V. Myasnikov // *Компьютер. оптика*. – 2017. – Vol. 41, № 4. – P. 564–572.

[К содержанию](#)

УДК 504.064.37:528.8

**Д. А. КИСЛИЦЫН**

Минск, БГУ

Научный руководитель – Н. В. Клебанович, д-р с.-х. наук, профессор

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КЛАССОВ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ НОВОГРУДСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

**Актуальность.** Почвы и растительность являются одним из ключевых компонентов природно-ресурсного потенциала любой территории, а оперативное получение информации о динамике различных классов земельного покрытия возможно осуществить с помощью современных цифровых технологий. Комплексное применение данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий позволяет оценить структуру землепользования на основе анализа результатов автоматизированного дешифрирования космоснимков. Прикладные аспекты ГИС-картографирования структуры земельного фонда с использованием космических методов представлены в научных работах Д. М. Курловича [1, с. 61], А. С. Скачковой [2, с. 67], А. В. Ольшевского [3, с. 37].

**Цель** – проведение геоинформационного анализа структуры и динамики классов земельного покрытия Новогрудской возвышенности на основе космоснимков Landsat-5 и Sentinel-2.

**Материалы и методы.** Исследуемая территория представлена Новогрудским, Кореличским и Дятловским районами Гродненской области, которые составляют основную часть Новогрудской возвышенности. Космоснимки Landsat-5 (04.05.1986) и Sentinel-2 (17.04.2019) с уровнями обработки Collection 2 Level 2 и L2A соответственно использованы в качестве исходных данных. Автоматизированное дешифрирование методом максимального правдоподобия выполнено в ENVI 5.3, а генерализация и векторизация классифицированных растров выполнена на основе инструментария в ГИС ArcGIS 10.7. Информация об уклоне и вертикальном расчленении рельефа, значения индекса NDVI использованы для повышения точности при определении классов земельного покрытия. С учетом различного пространственного разрешения космоснимков, на основе Landsat-5 выделено восемь классов земельного покрытия, которые дифференцированы по видам и группам видов земель, а также по гидроморфизму почв, а по космоснимку Sentinel-2 выделено десять классов (дополнительно определены пахотные земли на эродированных почвах; лесные земли и под древесно-кустарниковой растительностью (далее – ДКР) на овражно-балочной сети).

**Результаты исследований.** За период с 1986 по 2019 г. произошло увеличение удельного веса лесных земель и под ДКР от общей площади сельсоветов, которое дифференцировано в диапазоне от 1,3–4,0 % для четырех сельсоветов (три из которых имеют очень низкую лесистость – менее 10,1 %) до 10,0–12,0 % для четырех сельсоветов Дятловского района (рисунок).

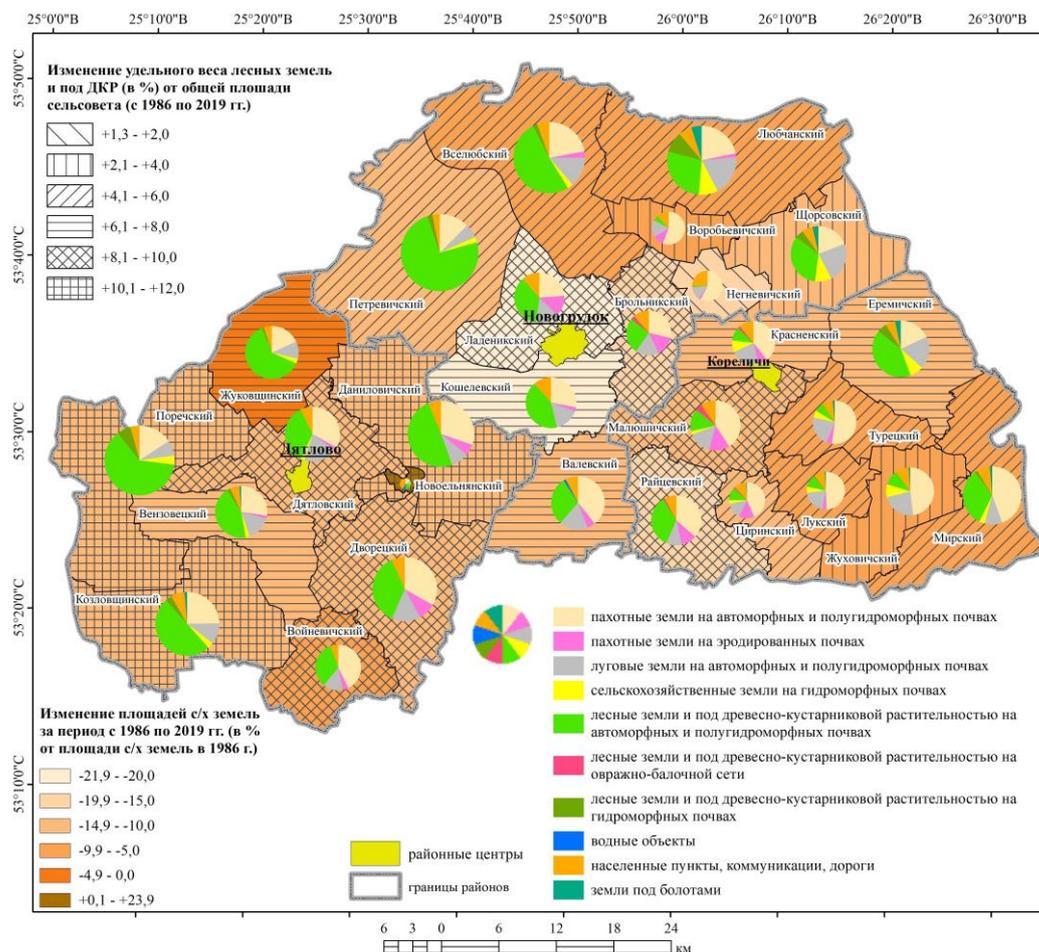


Рисунок – Картодиаграмма структуры классов земельного покрытия Новоградской возвышенности в 2019 г. (на основе Sentinel-2)

За исследуемый период произошло уменьшение площади сельскохозяйственных земель (в % от площади сельскохозяйственных земель в 1986 г.). В Ладенинском и Кошелевском сельсоветах снижение превысило 20 %, что обусловлено расширением застройки в Новоградке, переводом низкопродуктивных луговых и пахотных земель, в том числе эродированных, в состав лесных земель и под ДКР. Новоельянский и Негневичский сельсоветы характеризуются высоким удельным весом населенных пунктов, коммуникаций и дорог (42,1 % и 24,5 % соответственно), что в первом

случае связано с расположением городского поселка Новоельня на территории небольшого по площади сельсовета, а во втором – обусловлено высокой плотностью сельского населения. Для трех сельсоветов, расположенных в северо-западной части Новогрудской возвышенности, удельный вес лесных земель и под ДКР превышает 62 %. Наибольший удельный вес земель под болотами, а также лесных земель и под ДКР на гидроморфных почвах по сравнению с другими сельсоветами характерен для Любчанского сельсовета (4,9% и 9,7 % соответственно), что связано с особенностями рельефа. Высокий удельный вес луговых земель на автоморфных и полугидроморфных почвах характерен для Щорсовского сельсовета (23,2 %), так как в его пределах расположен крупный участок долины р. Неман, и четырех сельсоветов в Кореличском районе (20,1–22,8 %), которые имеют очень высокий уровень сельскохозяйственной освоенности территории (более 75 %). Для шести сельсоветов пахотные земли на автоморфных и полугидроморфных почвах (в том числе эродированных) составляют более 50 % от площади сельсоветов, а наименьшие значения данного показателя характерны для Петровичского сельсовета (12,7 %). Пахотные земли на эродированных почвах в основном представлены к северо-востоку от Новогрудка и в западной части Кореличского района, а наиболее заметный удельный вес данного класса объектов (13,4–14,3 %) характерен для четырех сельсоветов.

**Заключение.** Анализ структуры земельного покрытия в рамках сельсоветов трех административных районов Новогрудской возвышенности проведен на основе контролируемой классификации космоснимков Landsat-5 и Sentinel-2 в ENVI 5.3, а генерализация, векторизация и тематическая интерпретация результатов выполнена в ArcGIS 10.7. Использование ГИС-технологий в значительной степени ускоряет выполнение расчетов, полученных на основе итоговых результатов автоматизированного дешифрирования в векторном формате, и позволяет выявить основные тренды динамики различных классов земельного покрытия.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курлович, Д. М. ГИС-картографирование земель : учеб.-метод. пособие / Д. М. Курлович. – Минск : БГУ, 2011. – 244 с.
2. Скачкова, А. С. Оценка структуры и динамики земель Западно-Белорусской провинции (по данным дистанционного зондирования Земли) / А. С. Скачкова, Д. М. Курлович. – Минск : БГУ, 2022. – 135 с.
3. Ольшевский, А. В. Разработка геоинформационной модели автоматизированной классификации мезозональных космических снимков / А. В. Ольшевский // Земля Беларуси. – 2013. – № 1. – С. 36–39.

[К содержанию](#)

**А. В. КОВАЛЬ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

## **ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ЗДОРОВЬЯ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В ШКОЛЕ**

**Актуальность.** Химическая дисциплина обладает большими возможностями в плане формирования культуры здоровья у школьников. Это обусловлено тем, что на данном возрастном этапе возникает необходимость формирования дифференцированного внимания к проблемам здоровья. Забота о здоровье обучаемого – важнейшая задача учителя. От жизнедеятельности, бодрости учащихся зависит их духовная жизнь, мировоззрение, умственное развитие, прочность знаний, вера в свои силы. С каждым годом наблюдается увеличение численности учащихся с нарушениями функций опорно-двигательной системы, кровоснабжения, дыхательной, пищеварительной систем и др. В настоящее время проблема здоровья и его сохранения является одной из самых важных и актуальных. Поэтому одной из приоритетных задач системы образования становится сбережение и укрепление нравственного, психического и физического здоровья учащихся, формирование у них ценности здоровья, здорового образа жизни, выбор образовательных технологий, устраняющих перегрузки и сохраняющих здоровье учащихся [1].

**Цель** – изучение и применение важнейших здоровьесберегающих технологий на уроках химии с целью формирования культуры здоровья учащихся в процессе обучения.

**Материалы и методы.** Анализ новейших научно-методических и учебных разработок в области здоровьесберегающих технологий, научная литература, интернет-ресурсы и другие материалы (научные статьи, материалы конференций, авторефераты диссертаций), нормативные документы, регламентирующие образовательную деятельность в школе.

**Результаты исследования.** Школа остается той социальной структурой, в которой учащиеся не только могут сохранить свое здоровье, но и получить знания и устойчивые навыки здорового образа жизни. Охрана здоровья учащегося предполагает не только создание необходимых гигиенических и психологических условий для организации учебной деятельности, но и профилактику различных заболеваний, а также пропаганду здорового образа жизни. Если научить человека со школьных лет ответственно относиться к своему здоровью, то в будущем у него больше шансов

жить не боля. Так, на уроках химии практически любая изучаемая тема может быть использована для освещения тех или иных фактов, способствующих формированию правильного отношения учеников к своему здоровью.

На уроках химии открываются прекрасные возможности для применения здоровьесберегающих технологий (системы мер по охране и укреплению здоровья учащихся, учитывающих важнейшие характеристики образовательной среды и условий жизни, воздействующих на здоровье). Все это требует внимательного отношения к организации школьной жизни, а именно создания оптимальных гигиенических, экологических и других условий, обеспечения организации образовательного процесса, предотвращающей формирование у обучающихся состояний переутомления.

Все здоровьесберегающие технологии подразделяются на типы [2]:

- здоровьесберегающие (обеспечение двигательной активности, витаминизация, организация здорового питания);
- оздоровительные (физическая подготовка, физиотерапия, ароматерапия, закаливание, гимнастика, массаж, фитотерапия);
- технологии обучения здоровью (включение соответствующих тем в предметы общеобразовательного цикла);
- воспитание культуры здоровья (внеклассные и внешкольные мероприятия, фестивали, конкурсы и т. д.).

Рассмотрим применение некоторых здоровьесберегающих технологий на уроках химии.

Базой для создания условий, в которых будут применяться здоровьесберегающие технологии, является химический кабинет, так как кабинет химии – это специальное помещение с рационально размещенным комплектом учебного оборудования, мебелью и техническими средствами обучения. Для создания условий, в которых будет сохраняться здоровье учащихся, необходимо хорошее оснащение кабинета химии. Поэтому кабинет должен обязательно иметь традиционную и развивающую части и быть оснащенный средствами обучения (техническими, бумажными).

Аспекты, которые необходимо учитывать, формируя культуру здоровья учащихся, – гигиенические и экологические условия в кабинете (проветривание, влажные уборки, озеленение, освещение кабинета), создание эмоционально благоприятной атмосферы (психологический комфорт во время урока, доброжелательная обстановка на уроке, спокойная беседа, позитивная реакция учителя на желание ученика выразить свою точку зрения, уместный юмор), чередование различных видов учебной деятельности и использование методов, способствующих активизации внимания, инициативы и творческого самовыражения учащихся [3].

При изучении темы «Фенол» по органической химии можно актуализировать внимание учащихся на роли фенола в химической

промышленности. Его используют для производства различного рода пластмасс и других синтетических волокон. По сей день некоторые детские игрушки производятся с добавлением этого вещества, что делает конечный продукт небезопасным для здоровья человека. Фенол негативно влияет на сердечно-сосудистую и нервную системы, а также на почки и печень. Во многих странах его использование в производстве товаров домашнего обихода категорически запрещено ввиду его токсичной активности. Вышеперечисленные факторы заставляют понять, что от поражения фенолом никто не застрахован. Стоит лишь надеяться, что ваше жилье не было построено с применением такого вещества, что игрушки, которыми играют дети, произведены с отсутствием этого токсина [4].

**Заключение.** Применение здоровьесберегающих технологий поможет воспитывать учащихся, заботящихся о своем здоровье, и это можно реализовать через групповые формы работы, беседы, дискуссии, ролевые игры, круглые столы, личностные тренинги. Учащиеся должны осознать ценность собственного здоровья, владеть информацией о здоровом образе жизни, о негативном воздействии на человека алкоголя, табака, наркотиков. Они должны учиться формированию собственного жизненного стиля и поведению в различных жизненных ситуациях.

Таким образом, формирование культуры здоровья учащихся в процессе обучения химии обеспечивается применением здоровьесберегающих технологий. Кроме того, важная роль принадлежит личности учителя, так как именно учитель выполняет главные задачи данных технологий обучения и развития.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дерябо, С. Д. Экологическая педагогика и психология / С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 480 с.
2. Ковалько, В. И. Здоровьесберегающие технологии / В. И. Ковалько. – М. : ВАКО, 2004. – 296 с.
3. Смирнов, Н. К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в современной школе / Н. К. Смирнов. – М. : АПК и ПРО, 2002. – 62 с.
4. Химия : учеб. пособие для 10-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Т. А. Колевич [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019. – 279 с.

[К содержанию](#)

**Е. М. КОВАЛЬСКАЯ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – И. С. Жебрак, старший преподаватель

## **СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ ВЕРХОВОГО БОЛОТА ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ОЗЁРЫ»**

**Актуальность.** Торфяные болота играют значительную роль в глобальном круговороте углерода, в них депонируется до 16 % всех запасов наземной мортмассы. Характер деструкции органического вещества определяется здесь абиотическими и биотическими факторами. Среди последних первостепенное значение имеют сообщества почвенной микрофауны, бактерий и грибов [4]. Доминирование биомассы микромицетов в почвенном микробиоме свидетельствует о функциональной значимости грибов, что выдвигает на первый план изучение структуры комплекса микромицетов. Под структурой комплекса почвенных микроскопических грибов понимается соотношение представленности отдельных групп (видов) с учетом пространственно-временных факторов их встречаемости и обилия [2].

**Цель** – определить структуру комплекса почвенных микромицетов в разных горизонтах торфа на верховом болоте.

**Материалы и методы.** Исследования проведены на территории республиканского ландшафтного заказника «Озёры» (Гродненский и Щучинский районы Гродненской области) на болоте вблизи Чертова озера, которое располагалось в западной части заказника в ЮЮВ окр. д. Рыбница Гродненского района [3]. Образцы почвы были взяты в сосняке березово-багульниково-клюквенно-сфагновом [3] по слоям, на глубине 0–100 см. Для выделения микромицетов проводили микробиологический посев почвы глубинным способом в среду Чапека. Засеянные чашки Петри инкубировали при 26 °С. Через семь суток подсчитывали количество выросших колоний микроскопических грибов и определяли их видовую принадлежность по характерным для каждого вида признакам с использованием определителей [2]. Для оценки видового разнообразия комплексов почвенных грибов использовали индекс Шеннона [1].

**Результаты исследований.** В горизонтах почвы торфяных отложений сосняка болотного изолировали 30 видов микроскопических грибов, из которых удалось определить семь доминирующих видов: *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium fellutanum*, *Penicillium glabrum*, *Talaromyces variabilis*, *Penicillium citrosulfuratum*.

Микроскопические грибы *Penicillium chrysogenum* и *Penicillium brevicompactum* доминировали в верхних слоях торфяных отложений (0–40 см). На глубине от 60 до 80 см чаще всего встречался вид *Penicillium expansum*. *Talaromyces variabilis* изолирован из более глубоких горизонтов и доминировал на глубине 100 см. *Penicillium fellutanum* и *Penicillium glabrum* встречались только в верхнем горизонте почвы (0–10 см). *Penicillium citrosulfuratum* находили как в верхних (0–10 см), так и в самых нижних (60–100 см) слоях торфяных отложений (рисунок 1).

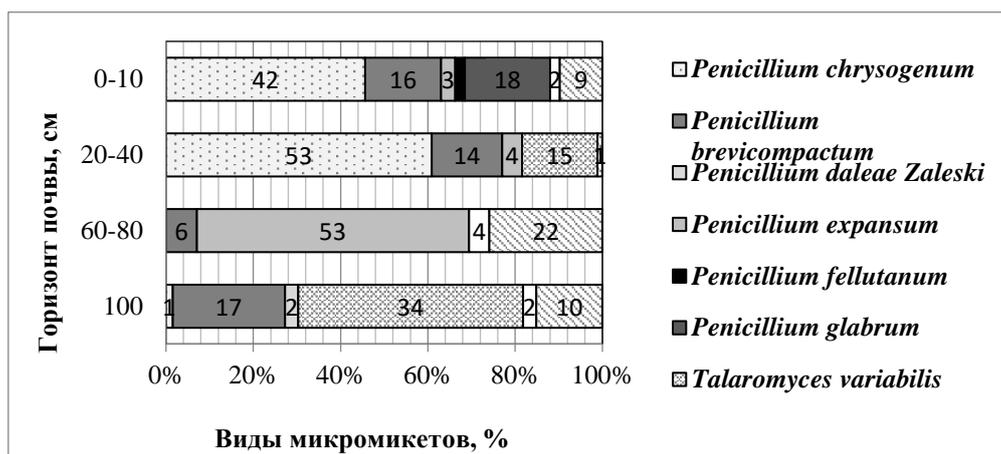


Рисунок 1 – Видовой состав микромицетов в торфяной почве в различных слоях на глубине 0–100 см в болотном сосняке

Видовое разнообразие почвенных микроскопических грибов (индекс видового разнообразия, или индекс Шеннона) в болотном сосняке снижалось при переходе от слоя сфагнового очеса (из неразложившихся остатков сфагнома с примесью древесных корней) к торфяному горизонту со слабо-разложившимся и сильно-разложившимся торфом (при переходе от верхнего горизонта торфа (0–10 см) к нижнему (1 м)). Максимальным значением индекса Шеннона характеризуется верхний горизонт 0–10 см (2,43), минимальное значение имеет нижний горизонт 1 м (1,53) (рисунок 2).

По литературным источникам известно, что видовое богатство мицелиальных грибов в почвах разных климатических зон распределяется следующим образом: максимальные значения видового разнообразия характеризуют почвы лесной и степной зон (индекс Шеннона (H) равен 6–4), постепенно снижаются в направлении к южным пустыням (H = 2,6) и более резко к почвам тундры (H = 2,4) и арктическим пустыням (H = 2) [4]. Видовое разнообразие комплекса микроскопических грибов в болотной почве характеризуется небольшим видовым богатством, индекс видового разнообразия микромицетов в торфяной почве сравним с почвами тундры и арктической пустыни и постепенно снижается по профилю почвы.

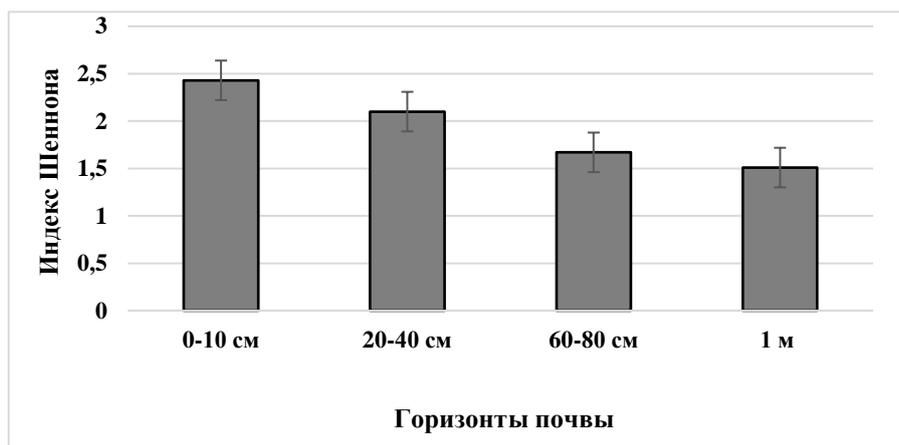


Рисунок 2 – Видовое разнообразие (индекс Шеннона) в комплексах микроскопических грибов в различных горизонтах торфяной почвы верхового болота

**Заключение.** Структура комплекса почвенных микромицетов верхового болота ландшафтного заказника «Озёры» характеризуется небольшим разнообразием. В торфяных отложениях (0–100 см) изолировали 30 видов микроскопических грибов, семь доминирующих видов принадлежали к роду *Penicillium*. Индекс видового разнообразия (индекс Шеннона) по профилю почвы (0–100 см) постепенно снижался от 2,4 до 1,5.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кураков, А. В. Методы выделения и характеристики комплексов микроскопических грибов наземных экосистем : учеб. пособие / А. В. Кураков. – М. : МАКС Пресс, 2001. – 92 с.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии : учеб. пособие / Д. Г. Звягинцев [и др.] ; под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : МГУ, 1991. – С. 224–225.
3. Созинов, О. В. Оптимизация оценки урожайности сырья *Ledum palustre* (Ericaceae) на ключевом участке / О. В. Созинов // Растительные ресурсы. – 2015. – Т. 51, вып. 2. – С. 213–220.
4. Филиппова, Н. В. Сообщества грибов верховых болот средней тайги Западной Сибири : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Н. В. Филиппова. – Новосибирск, 2016. – 143 л.

[К содержанию](#)

**А. С. КОНОПАТСКИЙ**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научный руководитель – Ж. Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент

**ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ *PHASEOLUS VULGARIS*  
НА WI-FI-ОБЛУЧЕНИЕ**

**Актуальность.** Все живое на нашей планете подвержено постоянным воздействиям электрических и магнитных полей природного происхождения. Поэтому в течение времени у живых организмов выработались определенные алгоритмы взаимодействия с электромагнитным фоном Земли. Искусственное электромагнитное излучение (далее – ЭМИ) является, с одной стороны, одной из причин электромагнитного загрязнения, а с другой – фактором регуляции процессов жизнедеятельности растений [1].

**Цель** – исследовать влияние предпосевного воздействия ЭМИ, генерируемого Wi-Fi-модемом, на посевные качества и ростовые процессы фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования была выбрана фасоль обыкновенная. Она является важным компонентом в нашем пищевом рационе. В современной научной медицине фасоль, как продукт богатый аминокислотами, белками и микроэлементами, рекомендуют употреблять при заболеваниях сердца, почек, печени. Длительное потребление фасоли предупреждает развитие сахарного диабета, онкологических, сердечно-сосудистых и других заболеваний [2].

Семена фасоли подвергались воздействию ЭМИ, находясь вблизи модема сети Wi-Fi (TL-WR850N), излучающего на частоте 2,4 ГГц в течение 30 минут (ЭМИ 1), 1 часа (ЭМИ 2) и 8 часов (ЭМИ 3). Контролем служили семена, не подвергшиеся воздействию. Проращивание семян производилось в чашках Петри на фильтровальной бумаге, регулярно увлажняемой дистиллированной водой при температуре 22 °С и естественном освещении. Повторность опыта трехкратная. В ходе опыта оценивали посевные качества семян – энергию прорастания и всхожесть, а также морфометрические параметры корней и проростков на восьмой день прорастания. Полученные данные статистически обработаны с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** В ходе анализа результатов выявлено, что все экспозиции Wi-Fi-воздействия повысили энергию прорастания и всхожесть фасоли обыкновенной относительно контроля от 6,7 % (ЭМИ 3) до 20 % (ЭМИ 2) (рисунок 1).

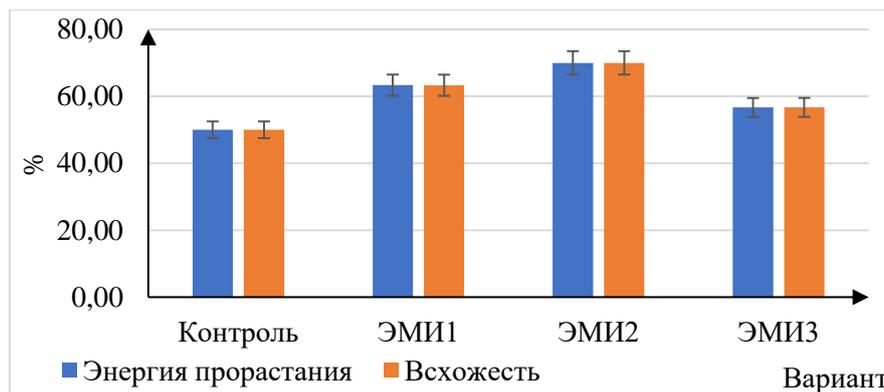


Рисунок 1 – Влияние излучения Wi-Fi-модема на посевные качества фасоли обыкновенной сорта Каннеллино

В ходе исследований установлено укорочение длины корней фасоли при росте их массы относительно контрольных значений под влиянием выбранных экспозиций Wi-Fi (рисунок 2).

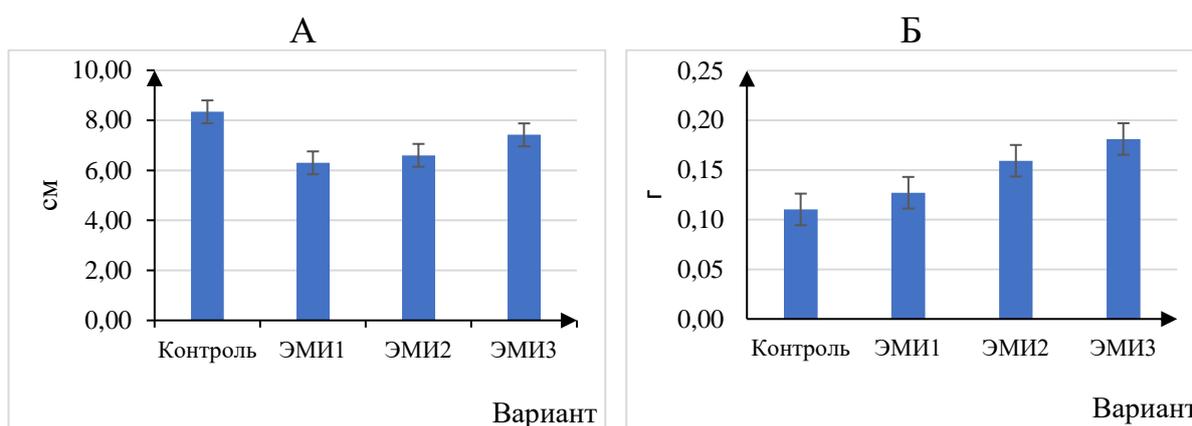


Рисунок 2 – Влияние Wi-Fi разной продолжительности на длину (А) и массу (Б) корней 8-дневных растений фасоли обыкновенной сорта Каннеллино

Отмечено снижение длины корней от 11,0 % (ЭМИ 3) до 24,5 % (ЭМИ 1) по сравнению с контролем (рисунок 2, А), тогда как масса корней фасоли выросла под воздействием Wi-Fi от 15,3 % (ЭМИ 1) до 64,3 % (ЭМИ 3) (рисунок 2, Б). Выявлено позитивное влияние Wi-Fi-воздействия относительно контроля на формирование надземных побегов фасоли обыкновенной (рисунок 3). Так, под влиянием Wi-Fi нелинейно выросла длина проростков фасоли обыкновенной на 14,2 %, 57,3 % и 31,7 % соответственно 0,5-, 1- и 8-часовому воздействию (рисунок 3, А). Аналогичной была тенденция по изменению массы проростков фасоли на восьмой день

прорастания: минимальное увеличение обсуждаемого параметра отмечено при 30-минутном воздействии Wi-Fi – 19,2 %, а максимальное – 75,9 % – при одночасовом (ЭМИ 2) (рисунок 3, Б).

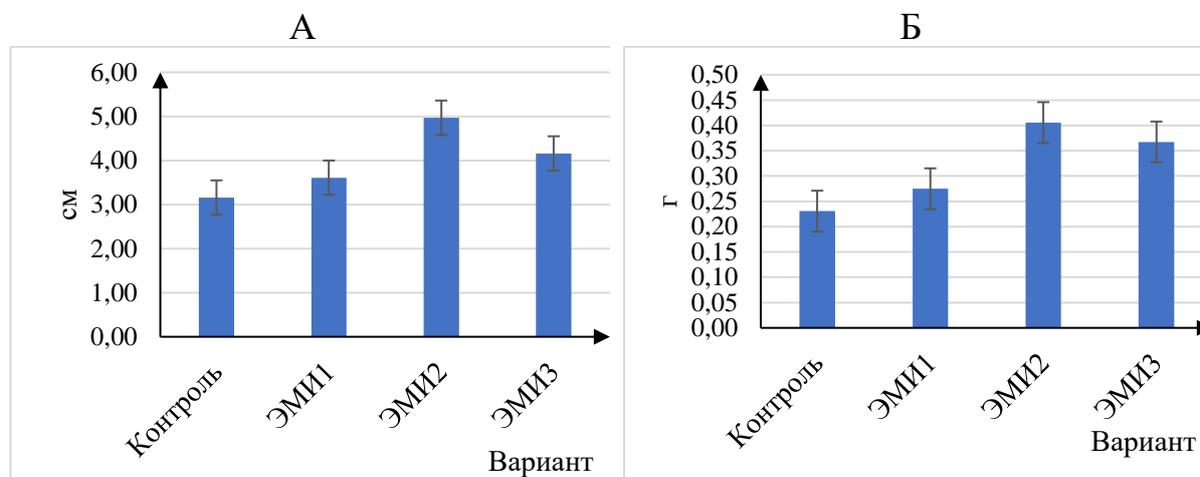


Рисунок 3 – Влияние Wi-Fi разной продолжительности на длину (А) и массу (Б) 8-дневных проростков фасоли обыкновенной сорта Каннеллино

**Заключение.** Таким образом, выявлена положительная реакция фасоли обыкновенной сорта Каннеллино на Wi-Fi-воздействие разной продолжительности. Отмечено, что наиболее позитивные изменения у фасоли происходят под влиянием экспозиции в 1 час. В связи с этим рекомендуем данное воздействие в практику выращивания *Phaseolus vulgaris* L.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чмелёва, С. И. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на пигментный состав и фотосинтетическую активность *Triticum aestivum* L. в условиях хлоридного засоления / С. И. Чмелёва, Э. Р. Джелдубаева, К. Н. Туманянц // Учен. зап. Крым. федер. ун-та им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2021. – № 3. – С. 262–270.
2. Койилова, М. Д. Фасоль как лечебное средство / М. Д. Койилова, И. Д. Кароматов // Биология и интерактив. медицина. – 2017. – № 8. – С. 114–133.

[К содержанию](#)

**О. А. КОНОПАЦКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

**МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ В АТМОСФЕРУ ВОЗДУХА ПРЕДПРИЯТИЕМ  
ОАО «ПОЛИМЕР» ЗА ПЕРИОД 2021–2023 ГГ.**

**Актуальность.** Летучие органические соединения (далее – ЛОС) – химические соединения с содержанием углерода, которые при комнатной температуре могут быстро переходить из твердого или жидкого состояния в газообразное. Этот процесс называется испарением.

ЛОС образуются в атмосфере в результате антропогенного (автотранспорт, промышленные процессы, бытовые отходы) и природного (растения и микроорганизмы) действия. Наиболее распространенные антропогенные ЛОС – ароматические углеводороды (бензол, толуол, стирол, нафталин), токсичные газы (формальдегид, хлороводород, аммиак, оксиды азота и др.) и растворители (метиловый спирт, этиловый спирт, ацетон).

ЛОС обладают высокой паропроницаемостью, способны испаряться и, как следствие, оказывают значительное воздействие на окружающую среду и человека.

**Цель** – осуществить мониторинг выбросов летучих органических веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Полимер» за период 2021–2023 гг.

**Материалы и методы.** В качестве материала исследования использовались данные по выбросам загрязняющих веществ за период 2021–2023 гг., предоставленные предприятием ОАО «Полимер», а также литературные источники и нормативные документы. В качестве методов исследования применяли статистическую обработку данных.

**Результаты исследований.** В результате исследований сделан анализ динамики выбросов ЛОС в атмосферный воздух. В качестве исследуемых веществ взяты формальдегид и ацетальдегид.

Формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) – это соединение, возглавляющее класс алифатических альдегидов. При стандартных условиях формальдегид – бесцветный газ с резким неприятным (тяжелым, удушающим) запахом.

Формальдегид относится к числу наиболее известных поллютантов атмосферного воздуха. Он является постоянным компонентом атмосферы. Формальдегид образуется за счет фотохимических реакций и процессов трансформации органических соединений, загрязняющих атмосферный

воздух [1, с. 38]. Большая концентрация формальдегида в воздухе оказывает негативное влияние на здоровье человека.

Ацетальдегид ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) – бесцветная жидкость с резким запахом. Умеренно токсичен, является ирритантом и опасен для окружающей среды, присутствует в атмосфере в виде паров.

Источниками образования ацетальдегида в атмосферном воздухе могут быть атмосферные выбросы (транспорта, промышленных предприятий), естественная эмиссия летучих органических соединений из растений и фотохимические процессы в атмосфере [2, с. 21].

На промышленном предприятии ОАО «Полимер» выбросы формальдегида ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) и ацетальдегида ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) образуются при термодеструкции полиэтилена:



Формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) относится к 2-му классу опасности. Предельно допустимое количество (далее – ПДК) выбросов формальдегида на предприятии – 0,035 т/год. На рисунке 1 представлены количественные данные выбросов формальдегида за период 2021–2023 гг.

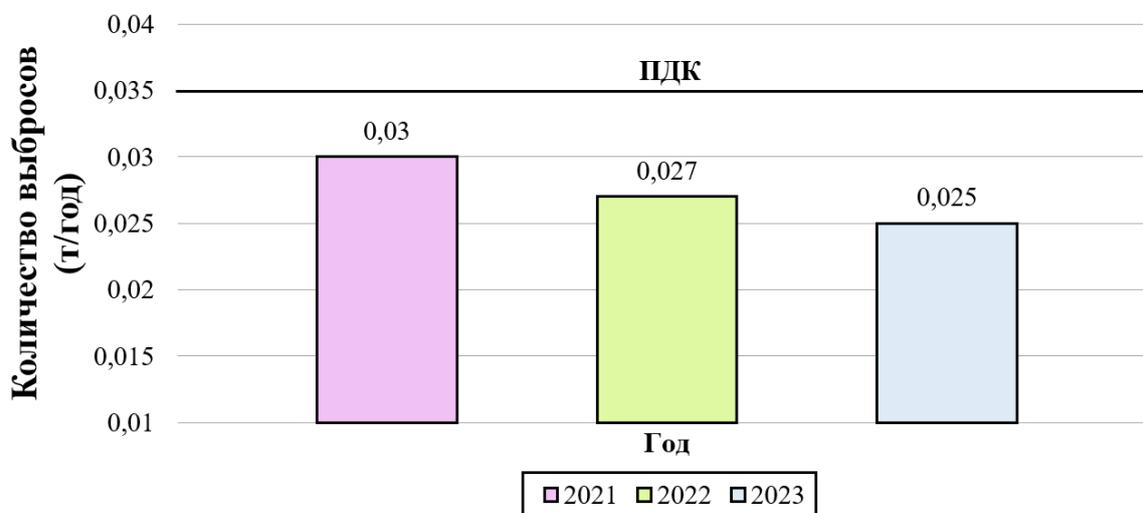


Рисунок 1 – Динамика выбросов формальдегида за период 2021–2023 гг.

Выбросы формальдегида ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) предприятием ОАО «Полимер» в 2021–2023 гг. ежегодно уменьшались. В 2022 г. выбросы формальдегида уменьшились по сравнению с 2021 г. на 10 %, а в 2023 г. по сравнению с 2022 г. на 7,4 %. ПДК выбросов на предприятии не превышает.

Ацетальдегид ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) относится к 3-му классу опасности. ПДК выбросов ацетальдегида – 0,215 т/год. На рисунке 2 представлены количественные данные выбросов формальдегида за период 2021–2023 гг.

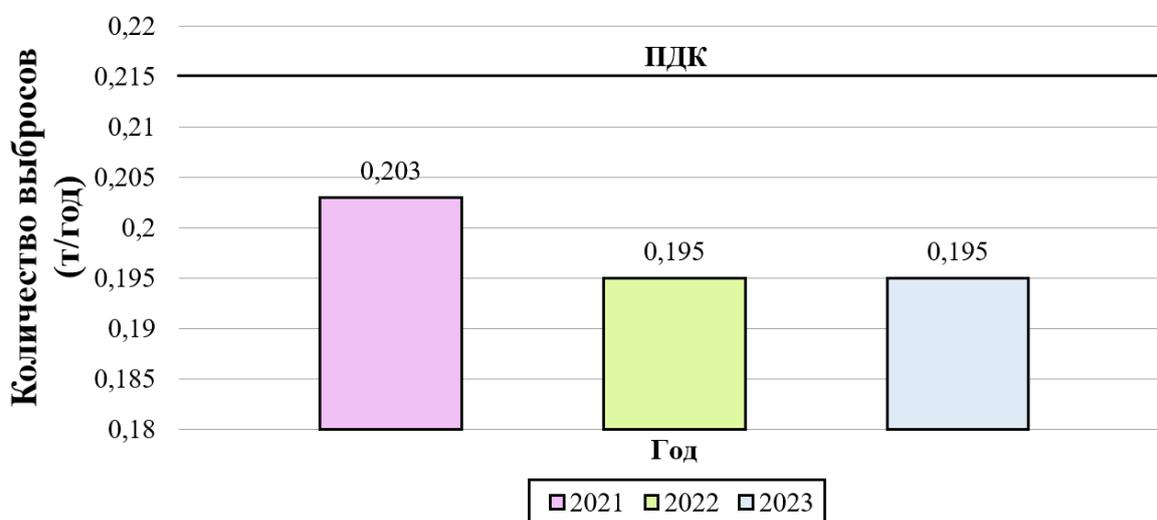


Рисунок 2 – Динамика выбросов ацетальдегида за период 2021–2023 гг.

За период 2021–2023 гг. наивысшее количество выбросов ацетальдегида ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) наблюдалось в 2021 г. (0,203 т/год). В 2022 и 2023 гг. выбросы уменьшились по сравнению с 2021 г. на 3,94 % и составили одинаковое количество – 0,195 т/год. ПДК выбросов ацетальдегида ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) не превышает.

**Заключение.** Максимальное количество выбросов формальдегида и ацетальдегида за период 2021–2023 гг. наблюдается в 2021 г. Выбросы формальдегида за исследуемый период предприятием ОАО «Полимер» имеют тенденцию к уменьшению. Количество выбросов ацетальдегида также уменьшалось в период 2022–2023 гг. ПДК выбросов ЛОС на предприятии не превышает.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филов, В. А. Вредные химические вещества. Галоген- и кислородсодержащие органические соединения : справочник / В. А. Филов, Л. А. Тиунов. – СПб. : Химия, 1994. –

2. Altshuller, A. P. Production of aldehydes as primary emissions and from secondary atmospheric reactions of alkenes and alkanes during night and early morning hours / A. P. Altshuller // Atmos. Environ. – 1993. – 27A. – P. 21–32.

[К содержанию](#)

**Н. С. КОРЕЦКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

## **ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *LUPINUS ANQUSTIFOLIUS* L.**

**Актуальность.** Среди зернобобовых, возделываемых в Беларуси, одной из наиболее перспективных культур является *Lupinus anqustifolius* L. По урожайности зерна он не уступает гороху, но значительно превосходит последний по содержанию белка [1]. *Lupinus anqustifolius* L. не входит в состав аборигенной флоры, вид иногда дичает [2].

Изучение анатомии хозяйственно значимых видов, видов, новых для данной территории, позволяет получить информацию, которая может быть применена в целях практической диагностики.

**Цель исследования** – установить анатомическую структуру черешков листьев и стеблей *Lupinus anqustifolius* L., выявить характерные качественные признаки, имеющие значение для диагностики вида.

**Материалы и методы.** *Lupinus anqustifolius* L. – монокарпик с прямо стоячим, ветвящимся по всей длине стеблем. В составе пальчато-сложных листьев 5–9 продолговато-линейных листочков, опушенных снизу прижатыми волосками. Прилистники линейно-шиловидные отогнутые. Кисти верхушечные, густые. Цветки на коротких цветоножках. Венчик чаще синий, красный. Бобы вздутые, густо-волосистые, с 4–6 крупными семенами с мраморным рисунком или бурые, блестящие [1].

Растения *Lupinus anqustifolius* L. выращены из семян, предоставленных РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Материал для анатомического исследования собирали в период, когда началось образование плодов, так как в это время структуры достигают дефинитивных характеристик. Образцы черешков листьев и стеблей фиксировали в 96 %-м этиловом спирте. По общепринятой в анатомии растений методике изготавливали временные и постоянные препараты [3], которые анализировали с помощью световых микроскопов.

**Результаты исследований.** Приводим качественную характеристику анатомических структур.

Поперечное сечение черешка *Lupinus anqustifolius* L. имеет форму практически равнобедренного треугольника, с уплощенной адаксиальной поверхностью. В черешке располагается три проводящих пучка. Черешок покрыт однослойной эпидермой. Эпидермальные клетки овальные

на поперечном срезе, их тангентальный размер больше радиального. Наружные радиальные стенки эпидермальных клеток утолщены. Трихомы отсутствуют. Под эпидермой находится слой крупных квадратных в поперечном сечении клеток гиподермы. Гиподерму подстилают 3–4 слоя ассимиляционной паренхимы, которую можно классифицировать как столбчато-губчатую (один внешний слой столбчатых клеток, а два внутренних слоя – губчатых клеток). Основная паренхима плотносложенная, образована тонкостенными округло-многоугольными на поперечном сечении клетки без содержимого. Проводящие пучки коллатерального типа. В пучках преобладает ксилема, тогда как проводящая зона флоэмы составляет 3–4 слоя клеток в радиальном ряду. С абаксиальной стороны флоэму укрепляет механическая обкладка дуговидной формы, образованная 2–3 слоями широкопросветных волокон. Кристаллы и другие включения в клетках тканей черешка не обнаружены.

Общее строение стебля *Lupinus anquistifolius* L. типичное для большинства однолетних стеблей двудольных и включает эпидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических волокон, флоэму, камбий, ксилему, паренхиму сердцевины. Кутикулярный слой на поверхности стебля выражен слабо, трихом нет. Стебель покрыт однослойной эпидермой. Клетки эпидермы овальные на поперечном сечении, тангентальные размеры клеток больше радиальных. Наружная тангентальная стенка клеток эпидермы незначительно утолщена. Колленхима субэпидермальная по расположению, уголкового типа. В радиальном направлении насчитывается 4–5 слоев клеток колленхимы. Глубже располагается 5–6 слоев клеток паренхимы первичной коры. Клетки ткани тонкостенные, округлые, крупные (их диаметр в 2–3 раза превышает диаметр клеток колленхимы). Сложение клеток плотное. В клетках паренхимы первичной встречаются единичные друзы оксалата кальция. Кольцо первичных механических волокон гомогенное, прерывистое. Группы волокон овальные, дуговидные и не сопровождаются кристаллоносной обкладкой. В группах насчитывается в среднем 25–35 волокон. Волокна широкопросветные, как и в черешках листьев этого вида.

Стебель *Lupinus anquistifolius* L. формируется на основе эустели. В полностью сформированном стебле изучаемого вида места закладки пучков эустели хорошо различимы по расположению групп волокон. В результате работы пучкового и закладки межпучкового камбия проводящая система *Lupinus anquistifolius* L. приобретает вид сплошного цилиндра. Во флоэме преобладают проводящие элементы, которые располагаются более-менее радиальными рядами. В проводящей зоне флоэмы насчитывается до 14–16 слоев проводящих элементов. Объем флоэмы и объем первичной коры почти одинаковы. Ситовидные трубки квадратно-прямоугольные в поперечном сечении. Доля проводящих элементов в ксилеме не более

1/5 на на единицу поля зрения. Сосуды многоугольно-округлые в поперечном сечении, образуют группы по 3–7 шт. Сердцевинные лучи гомогенные однорядные, редко двухрядные. Сердцевина стебля гомогенная, перимедулярная зона не выражена. Клетки паренхимы сердцевины тонкостенные, сложены плотно.

Таким образом, установлена анатомическая структура черешка листьев и однолетнего стебля *Lupinus angustifolius* L. Отличительными особенностями вида в составе черешка можно считать характерную форму поперечного сечения черешка, отсутствие трихом, наличие гиподермы, коллатеральные проводящие пучки, распределенные по одному в долях черешка, отсутствие кристаллов оксалата кальция, широкопросветные волокна. В составе стебля в диагностических целях могут использоваться такие признаки, как отсутствие трихом в эпидерме, субэпидермальная угловая колленхима, гомогенное прерывистое кольцо первичных механических волокон, отсутствие кристаллоносной обкладки около групп волокон, сплошной проводящий цилиндр.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таранухо, В. Г. Люпин : пособие / В. Г. Таранухо. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2009. – 52 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.

#### [К содержанию](#)

УДК 631.417

**А. С. КРЕЧКО**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд. с.-х. наук, доцент

#### **ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ Г. БРЕСТА С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ**

**Актуальность.** Городские почвы являются важной составляющей городских экосистем. Они оказывают влияние на химический состав подземных вод, являются биологическими адсорбентами – поглощают токсические соединения и становятся биогеохимическими барьерами для токсических соединений на пути их миграции из атмосферы города в грунтовые воды и речную сеть, регулируют газовый состав атмосферы

путем поглощения и выделения почвой газов. Во многом выполнению своих экологических функций почва обязана почвенному органическому веществу. Свойства гумусовых соединений существенно изменяют сорбционные свойства почв, гидрофильность и гидрофобность почв, обладают стимулирующей и ингибирующей способностью, антипатогенной функцией, что в значительной степени определяет их информационно-энергетическую оценку. Поэтому оценку гумусового состояния почв важно проводить не только с позиций генезиса и эволюции почв, но и при экологической оценке компонентов биогеоценозов, в том числе урбанизированных территорий.

**Цель** – оценить гумусовое состояние почв некоторых урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой.

**Материалы и методы.** Исследования выполнены на базе кафедры ботаники и экологии в период с 2022 по 2023 г. Отбор почвенных образцов производился на придорожных, дворовых и заводских территориях, а также вдоль железнодорожных путей в г. Бресте. Всего для исследования был отобран 21 почвенный образец. Отбор почвенных образцов производился методом конверта и маршрутным методом в зависимости от характера исследуемой территории. Смешанный образец составлялся из пяти точечных проб, взятых на глубину 0–20 см.

Определение валового содержания гумуса в почве производили с помощью метода И. В. Тюрина, основанного на мокром озолении органического вещества с помощью  $K_2Cr_2O_7$ . Фракционно-групповой состав гумуса определяли методом И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [1].

**Результаты и обсуждение.** Анализ полученных данных показывает, что среднее содержание гумуса в почвах исследованных урбанизированных территорий ( $2,52 \pm 0,30$  %) было сопоставимо с таковым у пахотных почв как в целом для Беларуси (2,24 %), так и для Брестской области (2,48 %).

Наиболее обеспеченными почвенным органическим веществом были почвы, располагающиеся вдоль железнодорожных путей, – 2,56 % органического углерода от массы почвы (Сорг), или 4,41 % в перерасчете на гумус (рисунок). Высокое содержание гумуса отмечается также для почв заводских территорий. При этом наиболее высокое содержание гумуса выявлено в почвенном образце с окрестностей ОАО «Брестский завод строительных материалов» – 4,50 %.

Почвы придорожных территорий выделялись значительным варьированием показателя гумусированности. Так, если наибольшее содержание гумуса выявлено в почвенном образце по улице Рябцева (6,08 %), то в почвенном образце по улице Крушинской этот показатель составил всего 0,76 %. Среднее же содержание гумуса в исследованных почвах придорожных территорий было 2,21 %, или 1,28 % Сорг.

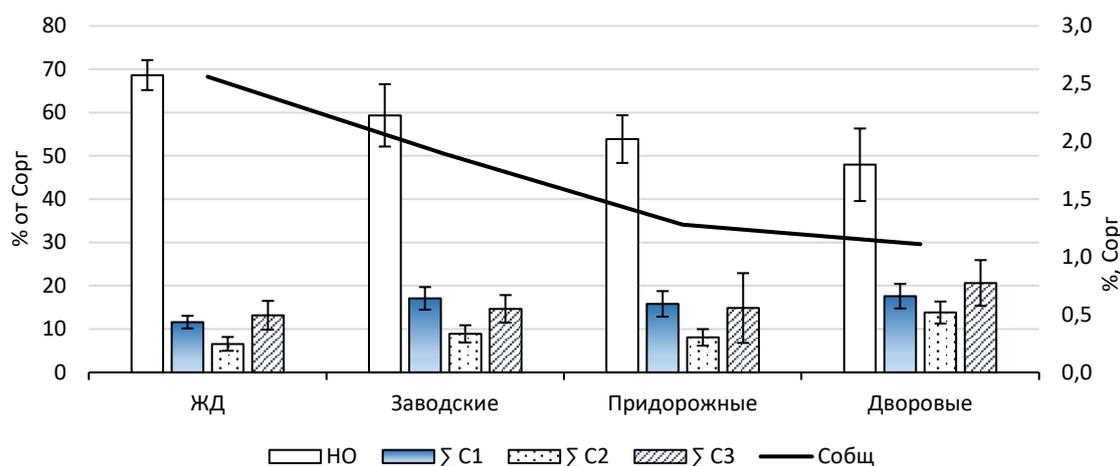


Рисунок – Содержание валового органического вещества и групповой состав гумуса в почвах с различной техногенной нагрузкой

Обеспеченность гумусом почв дворовых территорий в целом была еще ниже – 1,11 % Сорг.

Фракционно-групповой состав гумуса также зависел от вида техногенного воздействия. Так, в результате воздействия на почвенный покров железнодорожного транспорта существенно снижалась гидролизуемость органического вещества, что проявляется через увеличение доли неэкстрагируемых компонентов гумуса (НО). В почвах железнодорожных территорий данный показатель в среднем превышал 68 %, тогда как в дворовых условиях гидролизуемость гумуса была значительно выше – доля НО была менее 50 % (рисунок). В целом снижение гидролизуемости гумуса мы склонны считать одним из показателей интенсивности техногенного воздействия в условиях урбозкосистем.

В составе гумуса железнодорожных территорий следует отметить нехарактерное для зональных почв повышенное содержание гумусовых веществ гуминовой группы ( $C_{гк}/C_{фк} = 0,99$ ). Уменьшение соотношения  $C_{гк}/C_{фк}$  первой фракции является важным диагностическим показателем деградации почв [3]. При этом отмечается снижение данного показателя в почвах железнодорожных территорий ( $ГК/ФК_{C1} = 0,51 \pm 0,08$ ), тогда как в исследованиях, проведенных в зональных почвах [4], данный показатель был существенно выше –  $0,74 \pm 0,03$ . В прочих исследованных почвах г. Бреста данный показатель в среднем не снижался менее чем до 0,82. Однако следует отметить более узкое отношение подвижных гуминовых и фульвокислот в отдельных почвенных образцах, относящихся к заводским территориям, до 0,26–0,44, что также может свидетельствовать о неблагоприятных экологических условиях на данной территории.

**Заключение.** Таким образом, в почвах с различным техногенным воздействием была выявлена высокая обеспеченность гумусом почв железнодорожных территорий. Также в результате анализа фракционно-группового состава гумуса установлено, что со стороны железнодорожного транспорта оказывалось наиболее неблагоприятное влияние на почвенный покров, что выражалось в более высоком содержании негидролизуемого остатка и узком отношении углерода подвижных гуминовых и фульвокислот.

*Исследование выполнено в рамках задания 1.02 подпрограммы «Природные ресурсы и их рациональное использование» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (№ ГР 20211453 от 20.05.2021).*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарева, В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. : Наука, 1980. – 222 с.

2. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017–2020 гг.) / И. М. Богдевич [и др.] ; под общ. ред. И. М. Богдевича ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2022. – 276 с.

3. Семенов, В. М. Почвенное органическое вещество / В. М. Семенов, Б. М. Когут. – М. : ГЕОС, 2015. – 233 с.

4. Домась, А. С. Содержание и состав гумуса в минеральных почвах Брестского Полесья : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.03 / А. С. Домась. – Минск, 2016. – 144 л.

[К содержанию](#)

УДК 595.762

**Д. О. КУНДА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

#### **ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ВОДНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ Г. БРЕСТА**

**Актуальность.** Исследования жесткокрылых в Беларуси немногочисленны и представлены отдельными семействами [1, с. 5]. Фауна водных жесткокрылых Беларуси, согласно исследованиям, включает 204 вида [2, с. 8]. Решение задач рационального использования водных объектов невозможно без точного определения видового состава, а также данных

об экологической и географической структуре фауны водных жуков [3, с. 20]. Поэтому изучение видового состава водных жесткокрылых является актуальным.

**Цель** – определить особенности видового состава водных жесткокрылых западной части г. Бреста.

**Материалы и методы.** Сбор материала проводился в июне – июле 2023 г. в стоячих и проточных водоемах гидрологической системы р. Мухавец и в канале гидрологической системы р. Западный Буг. Отлов производился с помощью водного сачка, затем собранные образцы фиксировались с помощью паров диэтилового эфира и монтировались в коллекцию, после чего осуществляли определение видовой принадлежности. При этом использовали определители видов, в том числе и электронные. Характеристика водоемов:

1) затока р. Мухавец в районе Суворовского моста (улица Шевченко) – эвтрофный водоем со стоячей водой, неглубокий, с широкими прибрежными мелководьями, где образуется зона зарослей тростника; растительность стоячего водоема: тростник, ряска малая; прибрежная растительность: злаковые травы, мята, крапива, зверобой;

2) затока р. Мухавец в районе экологической тропы «Дорога жизни» – эвтрофный водоем со стоячей водой, неглубокий, с широкими прибрежными мелководьями, где образуется зона зарослей тростника; растительность стоячего водоема: тростник, ряска малая; прибрежная растительность: злаковые травы, мята, крапива, зверобой;

3) р. Мухавец в районе подвесного моста возле мемориального комплекса «Брестская крепость-герой» – проточный водоем, растительность: тростник, рогоз, кувшинка, кубышка, стрелолист, береза, тополь, камыш, ряска, хвощ, телорез, водокрас;

4) канал в районе улицы Полесской – проточный водоем, растительность: тростник, рогоз, ряска, хвощ, телорез, зонтичные.

**Результаты исследования.** Сбор и изучение водных видов жесткокрылых проводился в четырех водоемах, в которых было обнаружено пять видов, принадлежащих к двум семействам – плавунцы Dytiscidae и водолюбы Hydrophilidae. Результаты исследований представлены в таблице.

Водные жесткокрылые двух семейств по отношению к проточности относятся к экологической группе реофилов и лимнофилов. Реофилы – обитатели проточных водных объектов. Лимнофилы – обитатели стоячих водоемов или стоячих участков водотоков.

Тинник каемчатый был найден в одном месте – это стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе Суворовского моста (улица Шевченко). Жук длиной 10–1,2 мм. Тело заметно выпуклое, бронзово-бурого цвета. Кайма надкрылий обычно сзади раздвоена. Передние ноги тинников

короткие, служат для захвата и удержания добычи, передвижения по суше и удержания на дне. Задние ноги длинные, уплощенные с боков, несут на себе ряды плавательных волосков.

Таблица – Места обитания водных жесткокрылых

Вид	Место обитания
<i>Plybius fuliginosus</i> (Тинник каемчатый) сем. Dytiscidae	Стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе Суворовского моста (улица Шевченко)
<i>Colymbetes fuscus</i> (Прудовик) сем. Dytiscidae	1. Стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе Суворовского моста (улица Шевченко). 2. Стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе экологической тропы «Дорога жизни»
<i>Cybister lateralimarginalis</i> (Скоморох обыкновенный) сем. Dytiscidae	Стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе Суворовского моста (улица Шевченко)
<i>Hyphidrus ovatus</i> (Пузанчик яйцевидный) сем. Dytiscidae	Стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе экологической тропы «Дорога жизни»
<i>Hydrophilus piceus</i> Водолюб большой сем. Hydrophilidae	Канал в районе улицы Полесской

Прудовик был найден в двух местах – стоячие водоемы затоки р. Мухавец в районе Суворовского моста (улица Шевченко) и в районе экологической тропы «Дорога жизни». Прудовики – средние по размерам жуки с продолговато-яйцевидным телом, длина их тела составляет 16–18 мм. Для прудовиков характерны надкрылья, густо покрытые тонкими поперечными волнистыми желобками (насечками или морщинками). Спинной щиток первого сегмента груди с широким поперечным, не ограниченным резко затемнением. Тело снизу черное, ноги коричневые. Зимуют прудовики во взрослом состоянии на суше, личинки и куколки не зимуют.

Скоморох обыкновенный был найден в одном месте – это стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе Суворовского моста (улица Шевченко). Крупные водные жуки-плавунцы, длиной 29–37 мм. Тело широкое, позади середины сильно расширенное, надкрылья к вершине сильно сужены и от места начала сужения сильно уплощены. Окраска зеленовато-бурая, бока переднеспинки и надкрылий с желтой каймой. Низ тела слабо затемнен. Самец отличается от самки дисковидно расширенными передними лапками. Жуки хорошо летают и часто прилетают на источники света, преодолевая при этом значительные расстояния.

Пузанчик яйцевидный был найден в одном месте – стоячий водоем затоки р. Мухавец в районе экологической тропы «Дорога жизни». Мелкий

жук длиной 4,5–5 мм с коротким и выпуклым телом. Окраска буро-красная, иногда с неясными пятнами. Самец имеет блестящий окрас, а самка матовый. Обитает в стоячих водоемах, встречается довольно часто.

Водолюб большой был найден возле канала в районе улицы Полесской. Крупный водяной жук однотонно-черного цвета с удлинено-выпуклым телом 34–47 мм длиной. Надкрылья плотно соединяются по шву, образуя воздушную полость для дыхания. Крылья хорошо развиты, ноги расширены и снабжены щетинками. Предпочитают стоячие, сильно заросшие, неглубокие водоемы с илистым дном, хорошо прогреваемые солнцем.

**Заключение.** В результате исследования водоемов западной части г. Бреста было обнаружено пять видов отряда жесткокрылых, принадлежащих к двум семействам – плавунцы Dytiscidae и водолюбы Hydrophilidae. Наиболее часто встречающимся видом оказался *Colymbetes fuscus* – обычный обитатель стоячих водоемов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович [и др.]. – Минск : Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь, 1996. – 103 с.
2. Рындевич, С. К. Водные жесткокрылые Беларуси : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.09 / С. К. Рындевич. – Минск, 1998. – 18 с.
3. Рындевич, С. К. Водные жесткокрылые болот Беларуси (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Hydraenidae, Hydrophilidae, Dryopidae) / С. К. Рындевич // Весн. Магілёўс. дзярж. ун-та імя А. А. Куляшова. – 1999. – Т. 14, № 4. – С. 20–26.

[К содержанию](#)

УДК 595.763.79:591.553

**Ю. Н. ЛАСИЦА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СООБЩЕСТВ КОКЦИНЕЛЛИД В УРБОЦЕНОЗАХ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ ГРОДНО И РЕЧИЦА)**

**Актуальность.** Изученность состояния сообществ кокциnellид в антропогенно трансформированных биоценозах городов незначительна, поэтому данные сообщества требуют самого пристального рассмотрения. Практическое значение работы заключается в проведении анализа

экологических особенностей сообществ божьих коровок на территории Гродно (Гродненская область) и Речицы (Гомельская область).

**Цель** – анализ экологических особенностей сообществ кокциnellид в урбоценозах городов Гродно и Речица.

**Материалы и методы.** Сбор материала проводили на трех участках в г. Речице и на трех участках в г. Гродно, расположенных в зеленых зонах городов, с июля по сентябрь 2023 г. В г. Речице [1, с. 57] пробная площадка 1 – разнотравный луг, пробная площадка 2 – суходольный луг, пробная площадка 3 – лиственный лес. В г. Гродно [2, с. 93] пробная площадка 4 – сквер Швейцарская долина, пробная площадка 5 – суходольный луг, пробная площадка 6 – полиагроценоз.

При сборе божьих коровок применяли ручной метод сбора на маршруте. Собранных насекомых помещали в морилку. В качестве морилок использовали небольшие пластиковые соусницы, в которых располагался влагопитывающий субстрат. После сбора такие морилки помещали в морозильную камеру для умерщвления насекомых. Затем собранных божьих коровок выкладывали из морилки на ватные пласты для дальнейшего хранения и определения. Определение видовой принадлежности проводили по соответствующим определителям, экологические характеристики – по литературным данным [3, с. 68].

**Результаты исследований.** Всего за период исследования в урбоценозах выявили девять видов кокциnellид. Провели анализ экологических комплексов божьих коровок в урбоценозах городов Гродно и Речицы. Выявили пищевую специализацию, гигропреферendum и биотопическую приуроченность собранных видов (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ экологических комплексов божьих коровок городов Гродно и Речица

Вид	Питание	Гигропреферendum	Биотоп
<i>Adalia bipunctata</i> (Lineus, 1758)	Афидофаг	Эвригигробионт	Эвритоп
<i>Adalia decempunctata</i> (Lineus, 1758)	Афидофаг	Мезофил	Эвритоп
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1771)	Афидофаг	Мезофил	Эвритоп
<i>Harmonia quadripunctata</i> (Pontoppidan, 1763)	Афидофаг	Мезофил	Лес
<i>Hippodamia variegata</i> (Muslant, 1846)	Афидофаг	Эвригигробионт	Луг
<i>Calvia quatuordecimguttata</i> (Linnaeus, 1758)	Афидофаг	Мезофил	Лес
<i>Coccinella magnifica</i> (Redtenbacher, 1843)	Афидофаг	Ксеромезофил	Луг
<i>Coccinella septempunctata</i> (Lineus, 1758)	Афидофаг-полифг	Мезофил	Эвритоп
<i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda, 1761)	Мицетофаг	Мезофил	Лес

По пищевой специализации 89 % собранных видов являются хищниками тлей – афидофагами. К мицетофагам относится только один вид – *Vibidia duodecimguttata* (Poda, 1761), который питается грибами – возбудителями мучнистой росы из рода *Oidium*.

По гигропреферендуму среди божьих коровок урбоценозов городов Гродно и Речица шесть видов относятся к мезофилам, два вида эвригигробионтов (не тяготеют к определенному увлажнению) и один вид ксеромезофилов. Виды гигрофилам обнаружены не были (рисунок 1).



Рисунок 1 – Количественное соотношение видов божьих коровок городов Гродно и Речица по гигропреферендуму

По типу заселяемых биотопов виды собранных божьих коровок на 44,4 % относятся к эвритопам, 33,3 % – обитатели леса. Всего два вида – *Hippodamia variegata* (Muslant, 1846) и *Coccinella magnifica* (Redtenbacher, 1843) – являются характерными луговыми видами (рисунок 2).

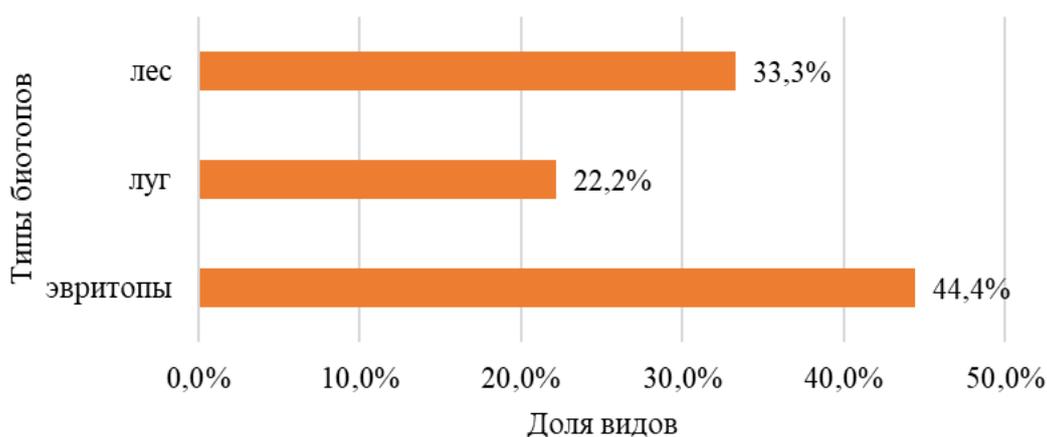


Рисунок 2 – Процентное соотношение видов кокциnellид городов Гродно и Речица по типу заселяемых биотопов

**Заключение.** Таким образом, по пищевой специализации 88 % собранных видов являются хищниками тлей – афидофагами. По гигропреферендуму среди божьих коровок урбоценозов городов Гродно и Речица преобладают мезофилы (шесть из девяти видов), гигрофилы отсутствуют. По типу заселяемых биотопов виды собранных божьих коровок на 44,4 % относятся к эвритошным, которые характеризуются широкой экологической пластичностью.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинин, М. Ю. Природные ресурсы Речицкого района: современное состояние / М. Ю. Калинин. – Минск, 2007. – С. 30–87.
2. Марціновіч, А. Горадна, Горадзен, Гродна / А. Марціновіч. – Мінск : Маст. літ., 2008. – 112 с.
3. Бей-Биенко, Г. Я. Определитель насекомых Европейской части СССР : в 5 т. / под общ. ред. чл.-кор. АН СССР Г. Я. Бей-Биенко. – М. ; Л. : Наука, 1964–1988. – Т. 2 : Жесткокрылые и веерокрылые / сост. А. В. Алексеев [и др.]. – 1965. – 668 с.

#### [К содержанию](#)

УДК 378.14

#### **О. В. ЛЕЩУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КРАЕВЕДЧЕСКОГО ПОДХОДА В ДИСЦИПЛИНАХ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БИОЭКОЛОГИЯ» НА ТРЕТЬЕМ КУРСЕ**

**Актуальность.** Экологическое образование является важным компонентом системы образования, поскольку направлено на понимание того, что сохранность биосферы – неперемное условие не только существования, но и развития человечества. На всех этапах экологического образования большое внимание уделяется реализации воспитательных целей. Внедрение краеведческого принципа в учебно-воспитательный процесс является важным, поскольку помогает более глубоко понять и осмыслить связь между человеком и природой, содействует устойчивому развитию культурного наследия через проявление экологического сознания.

**Цель** – продемонстрировать возможность использования краеведческого материала в ряде дисциплин специальности «Биоэкология»

на третьем курсе, что будет способствовать повышению эффективности трансформации экологических знаний в экологическую компетентность и экологическую культуру личности обучающегося.

**Материалы и методы.** Для решения поставленной цели были использованы общенаучные методы: понятийно-терминологический анализ научной литературы по проблеме исследования, обобщение, систематизация, классификация.

**Результаты исследований.** В настоящее время предлагается несколько моделей включения краеведческого содержания в образовательный процесс. В своей работе мы остановились на полипредметной базовой модели, которая предполагает включение вопросов краеведческого содержания путем диффузного и равномерного распределения его по учебным дисциплинам. При таком построении учебных программ дисциплин региональные знания биологии рассматриваются как материал для расширения и углубления основных тем и разделов. Биологические явления и процессы обосновываются с помощью конкретных фактов. В процессе такого обучения реализуются следующие установки краеведческого принципа: от частного к общему и от общего к частному; вести обучающихся от доступных фактов к обобщениям и выводам [1; 2]. Анализ учебного плана специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» показал, что на всех курсах можно встретить дисциплины, в которых может быть интегрирован региональный компонент. На третьем курсе были выделены три дисциплины с рекомендуемым региональным компонентом, которые представлены в таблице.

Таблица – Дисциплины третьего курса с рекомендуемым региональным компонентом

Название дисциплины	Тема	Содержание регионального компонента
Растительные и животные ресурсы, рациональное использование, охрана	Ресурсы лесной растительности	Характеристика лесного фонда Брестской области (находящегося в ведении Брестского ГПЛХО)
	Ресурсы болотной растительности	Особенности болотной растительности Брестской области
	Рыбные ресурсы	Ознакомление с рыбоводческими хозяйствами в Брестской области
	Охрана животного и растительного мира в Беларуси	Организация «Брестская областная инспекция охраны животного и растительного мира». Заказники республиканского значения Брестской области

Продолжение таблицы

Гидроэкология	Водные ресурсы Беларуси	Водные экосистемы г. Бреста и Брестской области
	Растворенные и взвешенные вещества в воде	Анализ среднегодовых концентраций органических веществ, содержание азота аммонийного, азота нитритного и фосфатов в воде р. Западный Буг
	Управление водными ресурсами	Современное использование подземных и поверхностных вод Брестской области
Экология городской среды	Водоснабжение городов	Водоснабжение г. Пинска. Деятельность КПУП «Пинскводоканал»
	Воздушный бассейн урбоэкосистем. Загрязнения атмосферы в условиях города	Состояние атмосферного воздуха г. Барановичи. Качество среды обитания по гигиеническим параметрам безопасности для здоровья населения
	Экологический анализ загрязненности городских почв в Республике Беларусь	Основные загрязнители почвы в г. Бресте
	Структура зеленых насаждений в городе, своеобразие флоры урбоэкосистем	Характеристика культурных насаждений г. Бреста
	Управление воздействием на окружающую среду и эффективность экологической политики	Экологическая политика предприятий г. Бреста (ОАО «Брестский комбинат строительных материалов», ОАО «Брестгазоаппарат», ОАО «Брестский чулочный комбинат», ОАО «Савушкин продукт»)

В содержании учебной дисциплины «Растительные и животные ресурсы, рациональное использование, охрана» нами было выделено четыре темы, в которых студентам предлагается освоить краеведческий материал. В содержании дисциплины «Гидроэкология» краеведческий материал Брестской области представлен в трех темах. При изучении учебной дисциплины «Экология городской среды» предлагается региональный компонент включить в пять тем. Формы и методы использования краеведческого материала в процессе изучения дисциплин могут быть разнообразными, однако в своей работе мы остановились на подготовке презентаций. Презентации отобранных краеведческих материалов могут быть использованы для конкретизации и подтверждения теоретического материала, для иллюстрации и обсуждения местных экологических проблем как на лекционных, так и на лабораторных занятиях.

**Заключение.** Таким образом, для студентов специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» в ряде дисциплин нами были выделены темы, при изучении которых предлагается внедрить региональный компонент Брестской

области. Так, для студентов первого курса отобраны дисциплины «Общая экология» и «Основы биологической информатики», для студентов второго курса – «Агроэкология» и «Почвенные ресурсы». Для студентов третьего курса выделены три дисциплины. Для студентов четвертого курса региональный компонент предложен в дисциплинах «Экологическая биотехнология», «Радиоэкология», «Популяционная экология». Реализация краеведческого принципа на занятиях будет способствовать экологическому воспитанию обучающихся. Кроме того, знание потребностей региона, в который направляется для работы выпускник вуза, поможет сформировать актуальное направление научных исследований в научно-педагогической деятельности [3].

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлова, Т. А. Педагогическое краеведение как интегративная компонента образования / Т. А. Козлова // Изв. Воронеж. гос. пед. ун-та. – 2017. – № 1 (274). – С. 42–45.

2. Лысенко, А. С. Дисциплина «Экология» в системе высшего профессионального образования / А. С. Лысенко // Молодой ученый. – 2014. – № 18. – С. 56–58.

3. Ленивко, С. М. Об актуализации регионального компонента при изучении биотехнологии на современном этапе / С. М. Ленивко // Фундаментальная наука и образовательная практика : материалы II Респ. науч.-метод. конф. с междунар. участием «Актуальные проблемы современного естествознания», Минск, 1 дек. 2022 г. / редкол.: В. А. Гайсёнок (пред.) [и др.]. – Минск : РИВШ, 2022. – С. 85–88.

### [К содержанию](#)

УДК 591.4-5

**В. Г. ЛИМАНОВСКАЯ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

### **БИОТОПИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ ПАУКОВ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА» (ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Актуальность.** Оценка распределения вариантов населения пауков в системе биотопов является одним из основных аспектов исследования их пространственной структуры. Традиционно используется подход, основанный на простом (описательном) сравнении обилия различных

компонентов населения, при этом основной вклад в разграничение травостойных комплексов приписывается группам с высокой относительной численностью и значительной биологической дискретностью [1].

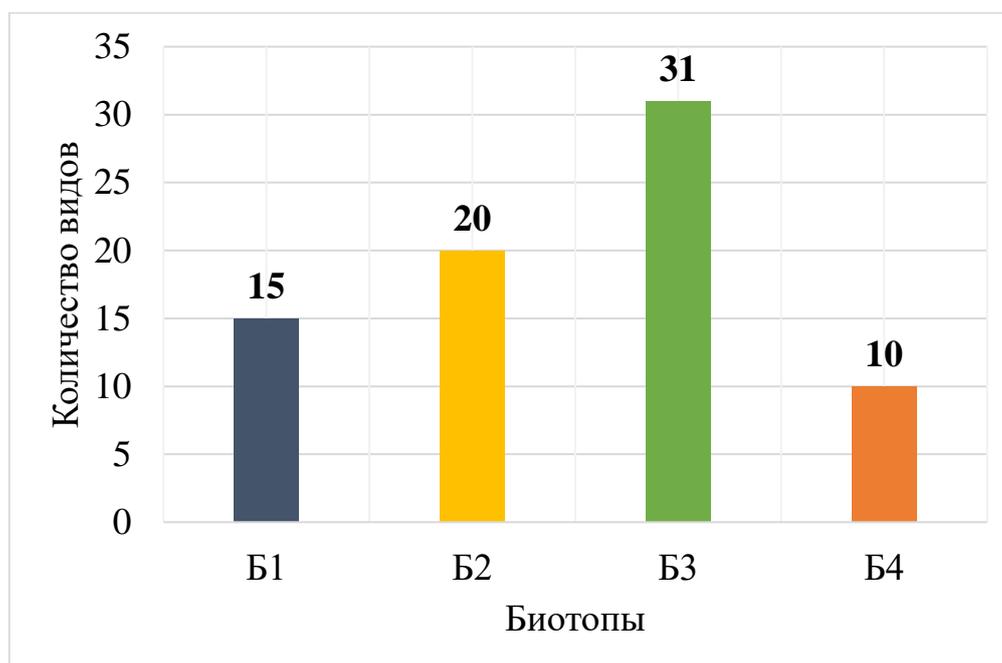
Поэтому **целью** нашей работы является анализ основных параметров сообществ пауков: численности, видового разнообразия, биотопической приуроченности.

**Материалы и методы.** Работы по изучению фауны пауков проводили за полевой сезон 2022–2023 гг. Исследования проводились на территории Национального парка «Браславские озера» на примере четырех биотопов (далее – **Б**): **Б1** – прибрежная территория озера Новяты (г. Браслав), **Б2** – сероольшанник (г. Браслав, лесопарк «Лесничевка»), **Б3** – разнотравный луг в д. Старый Двор, **Б4** – сосняк редкотравный (г. Браслав, лесопарк «Лесничевка»). В качестве методов сбора использовали кошение энтомологическим сачком, ловушки Барбера, ручной сбор. Кошение энтомологическим сачком проводили в четыре серии по 25 взмахов. Правой рукой взяли свободный конец палки, после проводили взмахами сачком по траве или кустам справа налево и обратно. Шли против солнца, кося перед собой. Затем взяли мешок, встряхнули его для дезориентации пауков. Далее извлекали пауков из сачка, перекладывали в емкости со спиртом и этикетировали. Почвенные ловушки в виде пластиковых стаканов объемом 200 мл, высотой 10 см устанавливали в количестве 10 шт. на расстоянии 5 см друг от друга. Каждую ловушку заполняли хмельным напитком на 1/3 от стаканчика. Ручным способом собирали пауков с кустарников, камней, стволов деревьев. Собранный материал далее обрабатывали в лаборатории. Для идентификации пауков использовали определители, справочные материалы, расположенные на интернет-ресурсах [2–4]. Выражаем благодарность научному сотруднику лаборатории наземных беспозвоночных животных ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» Е. М. Жуковцу за помощь в определении пауков.

**Результаты и их обсуждение.** На примере четырех биотопов, расположенных на территории Национального парка «Браславские озера», проанализированы основные параметры сообществ пауков: общая численность, видовое разнообразие, приуроченность пауков к биотопам. Однако необходимо отметить, что жесткая биотопическая приуроченность многим видам пауков не свойственна. Объем выборки составил 646 особей пауков, из которых идентифицированы 49 видов пауков из 15 семейств. На рисунке приведена информация о приуроченности пауков к биотопам на территории Национального парка «Браславские озера».

Анализ полученных данных (рисунок) показал, что наиболее богатым в видовом отношении является фауна разнотравного луга (32 вида). Предполагается, что высокая степень видового разнообразия наблюдается

по причине произрастания большого количества луговых трав, которые служат местами для охоты и домом для пауков. Средний уровень видового богатства показывают фауны сероольшанника (20 видов) и прибрежной территории (15 видов). В сероольшаннике, помимо ольхи серой (*Alnus incana*), произрастают береза повислая (*Betula pendula*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Эти же виды древесных пород образуют подрост. В подлеске отмечены многочисленные заросли малины обыкновенной (*Rubus idaeus*). Древесные породы в сочетании с густым подлеском из малины формируют условия, благоприятные для жизни различных членистоногих, служащих кормовой базой для пауков.



Б1 – прибрежная территория озера Новяты (г. Браслав), Б2 – сероольшанник (г. Браслав, лесопарк «Лесничевка»), Б3 – разнотравный луг в д. Старый Двор, Б4 – сосняк редкотравный (г. Браслав, лесопарк «Лесничевка»)

Рисунок – Биотопический преферендум видов пауков к биотопам на территории Национального парка «Браславские озера»

В прибрежной зоне сформированы все условия для обитания различных ползающих и летающих членистоногих, которые служат пищей для пауков. Минимальный уровень таксономического разнообразия пауков отмечается в рекреационной зоне национального парка – сосняке редкотравном (десять видов). Такой низкий уровень можно объяснить присутствием человеческой деятельности, поскольку в местах сбора проходят туристические маршруты, что оказывает влияние на видовое разнообразие.

**Заключение.** Объем выборки за период исследований 2022–2023 гг. составил 646 особей пауков, из которых определены 49 видов пауков из 15 семейств. Проведенный анализ показал, что ландшафтные (биотопические) комплексы пауков имеют отличия по уровню видового богатства. Исходя из полученных результатов, высокая степень видового разнообразия отмечена на разнотравном лугу. Средний уровень выявлен в сероольшаннике и на прибрежной территории. Сосняк разнотравный характеризуется низким уровнем видового разнообразия. Таким образом, можно предположить, что на видовое разнообразие пауков оказывают влияние антропогенные факторы и богатство растительных сообществ.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ненашева, Е. М. Пауки (Arachnida: Aranei) природных парков Камчатки: фауна, экология, зоогеография : монография / Е. М. Ненашева. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2020. – 139 с.
2. Пауки Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aranei-g2n.jimdofree.com>. – Дата доступа: 03.03.2024.
3. Les araignées de Belgique et de France [Electronic resource]. – Mode of access: <https://arachno.piwigo.com/index.php?/categories>. – Date of access: 03.03.2024.
4. Тыщенко, В. П. Определитель пауков Европейской части СССР / В. П. Тыщенко. – Л. : Наука, 1971. – 281 с.

[К содержанию](#)

УДК 581

**А. М. ЛИТВИНОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

#### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ЧЕРЕШКОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ИВ**

**Актуальность.** Перспективным методом диагностики и подтверждения подлинности растительных объектов является петиолярная анатомия – строение черешка листа. По мнению специалистов, анатомическое строение основных органов растения – корня, стебля и листьев – относительно постоянно и типично для двудольных растений, при этом строение черешка листа (петиолярная анатомия) отличается большим разнообразием диагностических признаков, а также видовой специфичностью, позволяющей проводить узкоселективный анализ [1].

**Цель исследования** – сравнительное изучение анатомического строения черешков некоторых видов декоративных ив, широко распространенных в культуре в последние годы.

**Материалы и методы.** Материалом исследования являлись черешки листьев четырех видов декоративных ив (*Salix*, *Salicaceae*), распространенных в культуре в Беларуси: *Salix fragilis* L., *Salix babylonica* L., *Salix matsudana* Koidz., *Salix integra* Thunb. Листья с черешками фиксировали в 96 %-м этиловом спирте. Анатомическое исследование проводилось по общепринятой методике [2]. Срезы делали вручную, изготавливали временные и постоянные микропрепараты. Сравнительный анализ осуществляли при помощи световых микроскопов Микмед-1.

**Результаты исследования.** Провели детальный качественный анализ анатомии черешков четырех видов декоративных ив.

Черешок *Salix fragilis* L. в средней части на поперечном сечении имеет овальную форму с желобком на абаксиальной поверхности. Кутикулярный слой хорошо выражен. На абаксиальной поверхности находятся единичные одноклеточные, короткие трихомы. Эпидерма черешка состоит из одного ряда мелких округлых клеток с равномерно утолщенными оболочками. Под эпидермальными клетками располагается 2–3 слоя клеток уголкового колленхима. Степень развития основной паренхимы на разных поверхностях черешка неодинакова: на абаксиальной поверхности насчитывается до 7–8 слоев клеток, а на адаксиальной – не более четырех. Сложение основной паренхимы плотное, без межклетников. В клетках основной паренхимы содержится оксалат кальция в виде друз. Проводящая система черешка представлена тремя концентрическими пучками, расположенными по дуге относительно друг друга, два из которых сливаются между собой, но возможно рассмотреть разделение за счет паренхимы. Вокруг флоэмы наблюдается прерывистая механическая обкладка, состоящая из малочисленных групп широкопросветных волокон (до 8–10 волокон в каждой группе). Во флоэме и ксилеме преобладают проводящие элементы. Степень развития флоэмы одинакова по всей окружности пучка, тогда как ксилема более мощно развита на абаксиальной поверхности черешка.

Черешок *Salix babylonica* L. на поперечном сечении овальный, с уплощенной адаксиальной поверхностью. Поверхность черешка волнисто-складчатая. Опушение образовано многочисленными одноклеточными, длинными трихомами, заостренными на верхушках. Эпидермальные клетки квадратные в поперечном сечении, с утолщенной наружной радиальной стенкой, полости заполнены содержимым. Под эпидермой располагается до восьми слоев колленхима уголкового типа. Клетки основной паренхимы имеют несколько утолщенные стенки. В клетках встречаются единичные ромбовидные кристаллы. В паренхиме черешка располагаются два концентрических проводящих пучка, разделенные двумя слоями клеток

паренхимы. Со стороны адаксиальной поверхности проводящие пучки укрепляются узкой механической обкладкой из крупнопросветных волокон.

Черешок *Salix matsudana* Koidz. на поперечном сечении овальный, с уплощенной адаксиальной поверхностью. Поверхность черешка волнистая, с выраженным опушением из одноклеточных, тонкостенных, длинных трихом. Эпидермальные клетки округло-квадратные в поперечном сечении, с куполовидными наружными радиальными стенками. Субэпидермально залегают 4–5 слоев клеток, которые можно идентифицировать как округлую колленхиму. Основная паренхима толстостенная, плотносложенная из клеток округлой формы. На адаксиальной поверхности откладывается до пяти слоев основной паренхимы, а на абаксиальной поверхности количество слоев клеток больше и диаметр клеток превышает таковой на адаксиальной поверхности. В клетках основной паренхимы обнаруживаются малочисленные друзы. Механическая обкладка более-менее развита по всей окружности, волокна располагаются в 1–3 слоя. Волокна широкопросветные. Проводящая система представлена тремя близко расположенными коллатеральными пучками.

Черешок *Salix integra* Thunb овальный в поперечном сечении, с уплощенной адаксиальной поверхностью. Поверхность черешка складчатая. Кутикула хорошо развита. Опушение образовано многочисленными тонкостенными, одноклеточными, заостренными на верхушках трихомами. Эпидерма представлена мелкими округлыми клетками с равномерно утолщенными оболочками. Субэпидермально залегают до 6–8 слоев клеток округлой колленхимы. Основная паренхима крупноклеточная, в отдельных клетках содержатся друзы оксалата кальция. Проводящая система представлена тремя коллатеральными пучками примерно одинакового размера. Механическая обкладка более-менее равномерно окружает сближенные проводящие пучки. Механические волокна располагаются в 2–3 слоя в радиальном направлении.

Таким образом, строение черешков исследованных видов ив во многом сходно, в том числе состав тканей, тип трихом, крупнопросветные волокна, тип проводящих пучков. Диагностическое значение может иметь комплекс таких признаков, как форма поперечного сечения черешка, характер поверхности, тип колленхимы, распределение механических волокон.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куркин, В. А. Петиолярная анатомия в рамках анатомо-морфологического исследования перспективного лекарственного сырья – травы женьшеня / В. А. Куркин// Фундам. исслед. – 2014. – № 5–6. – С. 1274–1278.

2. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.

[К содержанию](#)

**О. В. МАКСИМОВА**

Могилев, МГУ имени А. А. Кулешова

Научный руководитель – И. А. Жарина, канд. биол. наук, доцент

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ КОФЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**Актуальность.** Загрязнение природы является основной проблемой современности, так как человеческая деятельность затрагивает все земные сферы. Поэтому все более актуальна проблема замены химических удобрений на органические, применения природных регуляторов роста и природных индукторов повышения устойчивости. Продукты переработки сельскохозяйственного производства и отходы пищевого производства могут выступать как альтернативные удобрения, способные положительно влиять на морфометрические показатели растений, а также на химический состав плодов. Широкие перспективы имеет безотходное использование такого природного продукта, как кофе, поскольку он обладает физиологическим действием не только для человека, но и в отношении растительных организмов за счет своего богатого состава.

Глобальное производство кофе создает более 23 млн тонн отходов в год. По приблизительным оценкам, общий объем потребления молотого кофе в Республике Беларусь составляет 19 тыс. тонн в год. Во многих странах уже нашли экономически выгодное, а главное, экологичное применение кофейным отходам. Однако в сельском хозяйстве это все еще не нашло широкого применения, так как имеется мало научных исследований о влиянии кофе на процессы роста, развития растений, хотя кофейная гуща имеет богатый химический состав: 70–80 % органического вещества, кофеин, органические кислоты, микро- и макроэлементы, небольшое количество липидов, а также витамины.

Кофеин – это алкалоид, который может стимулировать рост и развитие растений, увеличивать продуктивность, повышать устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды и защищать от патогенных микроорганизмов [1–4]. Он также является натуральным инсектицидом и может быть использован для отпугивания вредителей. Хлорогеновая кислота способна защищать растительные клетки от повреждений, вызванных свободными радикалами, что способствует повышению устойчивости растений к стрессовым условиям. Кроме того, она влияет на баланс эндогенных гормонов [1; 3; 4]. Кофейная кислота повышает

устойчивость к вирусным инфекциям у плодовых и ягодных культур, к мучнистой росе у пшеницы, к ржавчинной инфекции у ржи. Влияет на уровень эндогенных фитогормонов (на 36 % повышает уровень ауксинов в листьях) [5]. Однако эффект всех этих веществ может зависеть от вида растения, условий выращивания, концентрации, способа и сроков применения. Поэтому исследования влияния физиологически активных веществ продуктов переработки кофе являются актуальными.

**Цель** – изучение влияния водных экстрактов кофейной гущи на рост растений.

**Материалы и методы.** Нами проводились лабораторные исследования влияния водных вытяжек кофейной гущи на прорастание семян морфометрические показатели проростков пшеницы и ржи. Проращивание семян проводилось рулонным методом (по 20 шт. в рулоне) в четырехкратной повторности в растворах различных концентраций: 5 г гущи на 100 мл воды, 10 г / 100 мл, 20 г / 100 мл. Экстрагирование проводилось водой разной температуры: 20 °С (Х) и 100 °С (Г), продолжительность настаивания – 2 часа. Контролем служили семена, проращиваемые в воде. Определялись следующие параметры: количество проросших семян в рулоне, количество корней у каждого растения, длина каждого корня, длина надземной части проростка.

**Результаты исследований.** Исследования показали, что количество проросших семян снижалось во всех опытных вариантах по сравнению с контролем тем больше, чем выше была концентрация вытяжки; при горячей экстракции больше, чем при холодной. Эффект был более выражен у пшеницы, чем у ржи. Достоверного влияния на среднее количество корней у одного растения и среднюю длину корня не выявлено.

Однако при концентрации 20 г / 100 мл увеличивается длина надземной части относительно контроля у обоих видов растений, при горячей экстракции больше, чем при холодной; у ржи больше, чем у пшеницы.

Следует отметить, что имеющиеся научные данные о физиологическом влиянии кофе на растительные организмы и почву недостаточны, ограничены и разрозненны. Кроме того, влияние может варьировать в зависимости от типа почвы, климата и методов использования, концентрации веществ, систематической принадлежности растений и других факторов. Также не всегда отсутствие видимых изменений говорит об отсутствии эффекта, так как это еще может означать, что у растения формируется устойчивость. В связи с этим необходимы исследования, задачами которых должны являться вопросы оценки долгосрочных эффектов применения кофейной гущи и кофейного жмыха в отношении роста и развития растений, видовая и сортовая специфичность реакций растительных организмов, влияние на различные показатели качества

почвы, на почвенную микрофлору и грибы, потенциальных патогенов и вредителей, на баланс тяжелых металлов.

**Заключение.** Таким образом, водные вытяжки кофейной гущи обладают физиологическим действием на проростки культурных растений и потенциально имеют перспективы использования на практике. Результаты исследования могут быть использованы в производстве сельскохозяйственной продукции как частными лицами, так и организациями в части модулирования качества почвы, управления продукционным процессом, экологически безопасной борьбы с вредителями и заболеваниями. Практическая значимость результатов исследования при выявлении положительного влияния будет заключаться в разработке методических рекомендаций по применению кофейной гущи с целью воздействия на ранние этапы развития растений и повышения показателей плодородия почвы. Экономическая и социальная ценность заключается в том, что применение продуктов переработки кофе в растениеводстве уменьшает количество отходов, а также позволяет снизить химическую и пестицидную нагрузку на почву и природу в целом.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеева, И. В. Изучение влияния кофеина на всхожесть и рост *Fagopyrum esculentum* М. и *Linum usitatissimum* L. в почвенных условиях / И. В. Гордеева, Л. В. Алешина // Междунар. науч.-исслед. журн. – 2017. – № 7–2 (61). – С. 13–17.

2. Лагунова, С. В. Свойства кофеина, описание его влияния на организм / С. В. Лагунова, Е. Г. Козел // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. – Тюмень, 2019. – С. 583–588.

3. Пенджиев, А. М. Физико-химический состав кофейного напитка / А. М. Пенджиев // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 100–111.

4. Пугачева, А. С. Сравнительный анализ химического состава и антиоксидантных свойств кофе растворимого и для кофемашин / А. С. Пугачева, Н. В. Макарова, Д. Ф. Игнатова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 312–319.

5. Пузина, Т. И. Участие кофейной кислоты в регуляции продукционного процесса картофеля *Solanum tuberosum* L. / Т. И. Пузина, И. Ю. Макеева // Агрохимия. – 2015. – № 6. – С. 53–58.

6. Ахметшина, С. 23 миллиона тонн отходов в год: как кофейная индустрия влияет на окружающую среду [Электронный ресурс] / С. Ахметшина // Журнал о кофе. – 2022. – Режим доступа: <https://shop.tastycoffee.ru/blog/vliyanie-kofeynoj-industrii-na-okruzhushuju-sredu>. – Дата доступа: 22.02.2024.

[К содержанию](#)

**А. В. МЕЛЮХ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ**

**Актуальность.** Использование таких натуральных средств обучения, как растительные объекты, началось задолго до появления современных технологий и образовательных методик. Уже в древности ученые и преподаватели использовали живые организмы, растения, клетки и другие биологические объекты для обучения и изучения природы. С развитием научных знаний и технологий использование растительных объектов в образовании стало более систематизированным и широко распространенным. Сегодня натуральные средства обучения играют важную роль в образовательном процессе, помогая учащимся лучше понять природу, биохимические процессы и важность сохранения окружающей среды [1].

Натуральные средства обучения – это материалы, объекты или явления природы, которые используются в учебном процессе для облегчения усвоения знаний и навыков учащимися. Эти средства могут быть разнообразными и включать в себя все, что окружает нас в природе: растения, животные, минералы, геологические образования, пейзажи и т. д.

**Цель** – проанализировать учебную литературу школьного курса химии и разработать основные направления использования растительных объектов в процессе обучения химии.

**Материалы и методы.** Анализ новейших научно-методических и учебных разработок в области химического образования, литература по методике обучения химии, нормативные документы, регламентирующие образовательную деятельность в школе. Решение разнообразных задач и упражнений с экологической тематикой, анализ экологических ситуаций, наблюдение объектов в природе.

**Результаты исследования.** Использование натуральных средств обучения способствует более глубокому пониманию учебного материала, развитию наблюдательности и критического мышления. Такие средства обучения также могут быть эффективным способом стимуляции интереса к природе, сохранению окружающей среды и экологической устойчивости. Натуральные средства обучения помогают визуализировать абстрактные понятия и сделать их более конкретными для учащихся. Наблюдение за живыми организмами или реальными биологическими процессами делает обучение более наглядным и запоминающимся.

Растительные объекты – это живые организмы или их части, которые используются в образовательных целях для изучения биохимического и экологического направления в школьном курсе химии. Эти объекты могут быть различной природы и включают в себя корни, побеги, листья и другие органы и ткани растения.

Использование растительных объектов как натурального средства обучения химии предполагает включение живого организма в учебный процесс для достижения определенных образовательных целей. Это может быть полезным для стимулирования интереса учащихся, активизации их познавательной деятельности и обогащения учебного опыта.

Преимущества использования растительного объекта как натурального средства обучения следующие [2]:

- практическое применение знаний. Работа с живыми растительными организмами позволяет учащимся применять теоретические знания на практике, что способствует их лучшему усвоению и запоминанию;

- развитие наблюдательности. Наблюдение за растительными объектами требует внимательности, терпения и точности, что способствует развитию навыков наблюдения;

- поддержка мотивации. Работа с живыми организмами может быть увлекательной и захватывающей, что помогает поддерживать интерес учащихся к учебному процессу;

- стимуляция исследовательского мышления. Изучение биологических объектов может поощрять учащихся к самостоятельному поиску информации, формулированию гипотез и проведению экспериментов;

- интердисциплинарный подход. Работа с живыми организмами позволяет связать знания из различных областей науки, таких как биология, экология, генетика и медицина.

Амарант трехцветный (*Amaranthus tricolor*) может быть использован как натуральное средство обучения в различных образовательных контекстах благодаря своим уникальным характеристикам и свойствам. Амарант отличается высоким уровнем устойчивости к болезням, засухе, жаре и засолению, обладает высоким адаптационным свойством, а также богатым содержанием различных питательных веществ [3].

Амарант трехцветный может быть использован как натуральное средство в обучении химии при изучении таких тем, как «Минеральные удобрения», «Гетероциклические соединения». Учащиеся могут изучать влияние химических веществ на морфологические и физиологические параметры амаранта.

Амарант содержит различные химические соединения: белки, углеводы, витамины и минералы. Учащиеся могут изучать структуру и свойства этих соединений, проводить опыты с их извлечением и дальнейшим

анализом. Помимо этого, амарант обладает особыми физико-химическими свойствами, в частности способностью к образованию геля или пены. Учащиеся могут исследовать эти свойства, проводя различные эксперименты и наблюдения.

Амарант может быть использован для демонстрации различных химических реакций, например изменения цвета под воздействием кислоты или щелочи. Это поможет учащимся лучше понять основы химии и реакции между различными веществами.

Учащиеся могут проводить собственные исследования с использованием амаранта, например изучать его влияние на окружающую среду или разрабатывать новые методы его применения в химической промышленности, исследовать экологические аспекты производства и использования амаранта в сельском хозяйстве.

Областей применения амаранта как натурального средства обучения существует множество. Благодаря своим уникальным особенностям, амарант трехцветный может быть отличным инструментом для обучения химии, помогая учащимся лучше понять основы этой науки и проводить интересные и познавательные эксперименты.

**Заключение.** Таким образом, натуральные средства в обучении химии играют ключевую роль в разностороннем развитии учащихся, обогащении образовательного процесса и формировании устойчивого интереса к химии. Использование растительного объекта как натурального средства обучения способствует более глубокому и эффективному усвоению учебного материала, развитию познавательных умений и навыков, а также осознанию учащимися важности сохранения природы и биоразнообразия.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернобельская, Г. М. Методика обучения химии в средней школе : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / Г. М. Чернобельская. – М. : ВЛАДОС, 2000. – 336 с.
2. Пак, М. С. Теория и методика обучения химии : учеб. для студентов, магистрантов, аспирантов вузов / М. С. Пак. – 3-е изд., стер. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2018. – 368 с.
3. Высочина, Г. И. Амарант (*Amaranthus L.*): химический состав и перспективы использования (обзор) / Г. И. Высочина // Химия растительного сырья. – 2013. – № 2. – С. 5–14.

[К содержанию](#)

**П. В. МИНЕЕВА**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научный руководитель – Ж. Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ДЕКОРАТИВНЫМИ РАСТЕНИЯМИ**

**Актуальность.** В природных сообществах взаимодействия между растениями представляют собой сложный и многогранный механизм, связанный с выделениями растениями разнообразных высокоактивных соединений, таких как ферменты, витамины, алкалоиды, эфирные масла, органические кислоты и фитонциды [1]. Поэтому исследование взаимодействий между растениями является актуальным вопросом, поскольку позволяет раскрыть закономерности функционирования растительных сообществ и дает возможность управлять их формированием, что особенно важно при создании искусственных фитоценозов.

**Цель** – выявление характера взаимодействия между тремя декоративными растениями: васильком (Вас), фарбитисом (Фар) и настурцией (Нас).

**Материалы и методы.** Семена василька (*Centaurea paniculate* L.) сорта Веселый хоровод, фарбитиса (ипомея (*Ipomoea purpurea* (L.) Roth) сорта Фейерверк пурпурный и настурции (*Tropaeolum* L.) сорта Чёрный бархат по 20 шт. проращивались на фильтровальной бумаге в чашках Петри при температуре 20 °С и естественном освещении. Так же были заложены варианты совместного произрастания семян растений в соотношениях василёк – фарбитис, василёк – настурция, фарбитис – настурция. Полив производился дистиллированной водой. В ходе лабораторного эксперимента оценивались всхожесть, длина и масса проростков и корней на 7-й день произрастания. Повторность опыта трехкратная. Результаты опыта обработаны статистически с помощью программы Microsoft Excel.

**Результаты исследования.** По результатам исследования было установлено, что при совместном произрастании василька с фарбитисом всхожесть василька возросла на 20 %, а с настурцией – уменьшилась на 50 % (рисунок 1). Всхожесть фарбитиса в паре с васильком выросла на 5 %, а с настурцией снизилась на 25 % относительно контроля. Отмечено, что на всхожесть настурции позитивно повлияли и василек, и фарбитис, повысив обсуждаемый показатель на 30 % по сравнению с контролем.

В ходе анализа влияния выделений декоративных растений на длину корней было выявлено увеличение обсуждаемого параметра относительно контроля на 17,9 и 7,1 % в случае василька с фарбитисом и настурцией

соответственно, а также на 27,2 % у настурции при прорастании с васильком и фарбитисом, тогда как у фарбитиса длина корней снижалась на 29,3 % при прорастании с васильком и на 56,7 % с настурцией (рисунок 2, Б).

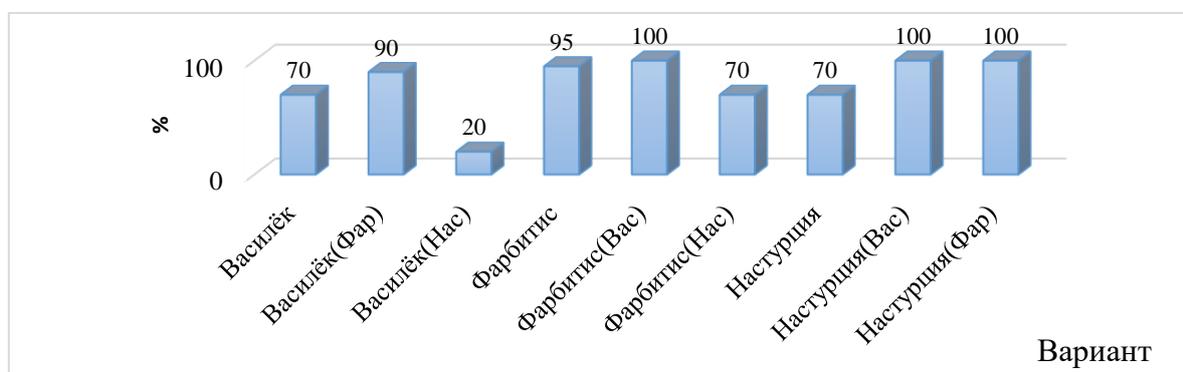


Рисунок 1 – Всхожесть василька, фарбитиса и настурции при раздельном и совместном произрастании

При оценке влияния совместного произрастания на высоту проростков отмечено снижение по сравнению с контролем на 8 % у василька и на 6 % у настурции в паре василек – настурция, но стимуляция роста настурции на 9,5 % в паре настурция – фарбитис (рисунок 2, А).

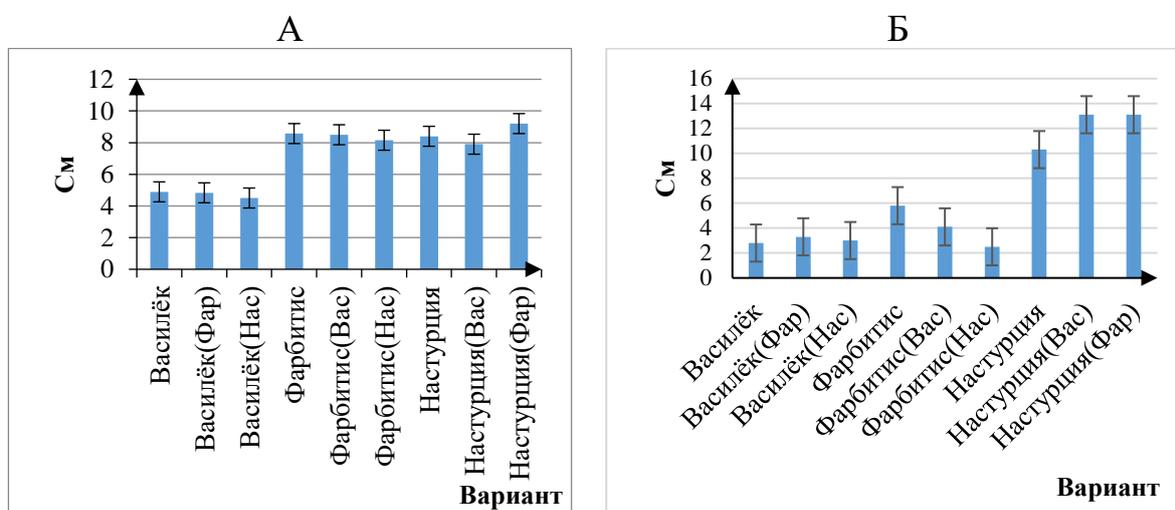


Рисунок 2 – Влияние совместного произрастания василька, фарбитиса и настурции на длину проростков (А) и корней (Б) на 7-й день вегетации

Установлено благотворное влияние соседей на массу корней василька относительно контроля и существенный ее рост в паре с фарбитисом в 14,4 раза и с настурцией – в 5,4 раза, а также на обсуждаемый показатель у настурции на 21,4 % в паре с васильком и 14,3 % с фарбитисом

(рисунок 3, Б), тогда как у фарбитиса в паре с васильком снижалась масса корней на 30 %, а с настурцией – на 25 % относительно контроля. Выявлено, что фарбитис и настурция тормозили прирост массы проростков василька по сравнению с контролем на 25 %, а василек у фарбитиса снижал массу проростков на 6 %, тогда как и василек, и настурция стимулировали прирост биомассы проростков настурции на 30,4 и 17,4 % соответственно (рисунок 3, А).

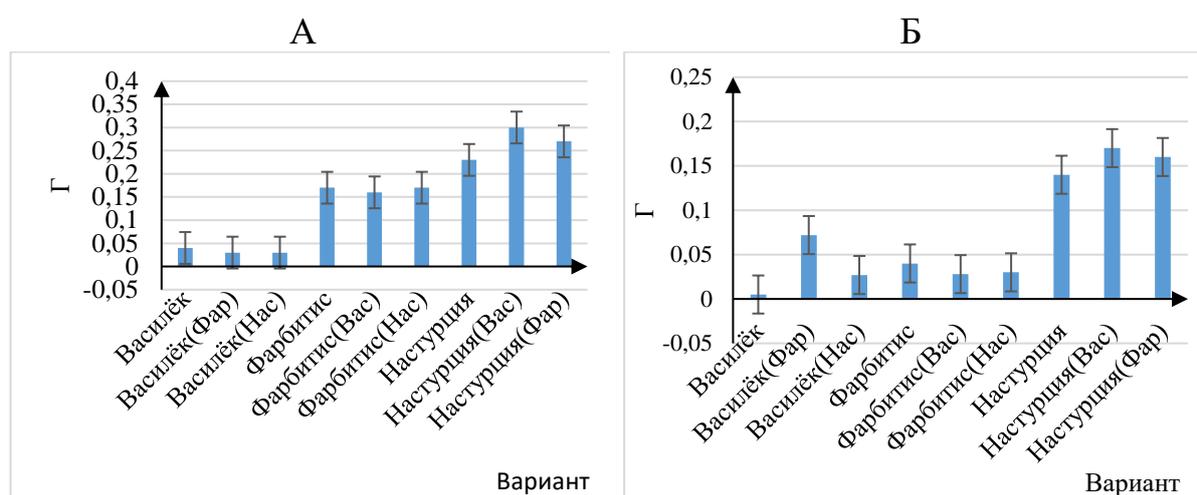


Рисунок 3 – Масса проростков и корней василька, фарбитиса и настурции при раздельном и совместном произрастании на 7-й день вегетации

**Заключение.** Таким образом, выявлено разнонаправленное влияние декоративных растений на посевные качества и ростовые процессы друг друга. Установлено, что для настурции присутствие в соседстве фарбитиса и василька является благоприятным. Отмечено, что фарбитис повышал всхожесть и активизировал рост корней василька, но при этом тормозил рост проростков, а настурция снижала всхожесть и аналогично влияла на формирование вегетативных органов василька. Для фарбитиса присутствие василька и настурции оказывало негативный эффект на формирование корней и проростков. Итак, совместное произрастание изучаемых растений не дало положительных результатов по всем обсуждаемым параметрам. Поэтому василек, фарбитис и настурцию все-таки лучше садить на определенном расстоянии друг от друга, чтобы они не снижали декоративных качеств друг друга.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Былов, В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений / В. Н. Былов // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. – М., 1978. – С. 7–32.

[К содержанию](#)

**П. О. МОСЕЙЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. Ф. Рой, канд. биол. наук, доцент

**АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СТЕБЛЯ *LINUM  
USITATISSIMUM* L. В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ**

**Актуальность.** Лен-долгунец – единственная в Беларуси прядильная культура, которая обладает уникальными свойствами и возможностями использования в различных отраслях экономики. Изучение анатомического строения льна-долгунца в условиях юго-запада Беларуси помогает понять структурную адаптацию растения к этим условиям произрастания для данной культуры.

**Цель** – описать анатомическую структуру льна-долгунца в условиях юго-запада Беларуси и привести сравнительные показатели качественных и количественных признаков лубяных волокон этого вида в условиях разных агротехнических мероприятий.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования был выбран лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L.), выращенный в Брестской области.

Были выполнены постоянные и временные препараты стебля льна. С помощью микрометра дана количественная характеристика лубяных волокон по таким параметрам, как ширина слоя волокон, средний диаметр волокон, вариация размеров волокон, толщина стенок, диаметр просвета, размеры групп клеток, количество клеток в группе.

**Результаты исследования.** Главной целью культуры прядильного льна является получение из стеблей лубяных волокон.

Стебель льна состоит из нескольких тканей, отличающихся друг от друга по своему строению. Наружная ткань стебля называется кожицей или эпидермой. Она представляет один ряд клеток, внешняя сторона которых сильно утолщена и покрыта кутикулой. Кутикула предохраняет растение от излишнего испарения влаги.

Под кожицей располагается паренхима, состоящая из тонкостенных клеток. В паренхиме содержится волокно в виде волокнистых или лубяных пучков, состоящих из большого числа отдельных клеток, называемых элементарными волокнами. Кожица и паренхима с волокнистыми пучками составляют кору стебля.

За волокнистыми пучками размещаются ситовидные трубки. Далее тонким слоем располагается камбий, клетки которого во время роста образуют снаружи луб, а внутри – древесину, содержащую большое количество сосудов.

Центральная часть стебля занята сердцевинной тканью. По мере созревания сердцевина разрушается, образуя в стебле полость. Элементарные волокна представляют собой вытянутые, с заостренными концами клетки длиной 15–40 мм и толщиной 20–30 мкм. Они прочно склеены между собой в волокнистый пучок особым веществом – пектином. В волокнистом пучке насчитывается 25–40 волоконцев. Волокнистые пучки располагаются по периферии стебля в виде кольца, по 25–30 пучков. Пучки, соединяясь друг с другом, образуют ленту технического волокна [1].

Наиболее ценной частью стебля льна является его техническая длина, под которой понимается длина стебля от места прикрепления семядольных листочков до начала разветвления.

Высокие стебли содержат более длинные элементарные волокна и дают длинное техническое волокно. По толщине стебли льна-долгунца делятся на тонкостебельные с диаметром от 0,8 до 1,2 мм, среднестебельные – от 1,3 до 2 мм и толстостебельные с диаметром от 2,1 мм и более. Толщину стебля измеряют на середине технической длины стебля. У тонких стеблей волокно лучшего качества, так как их элементарные волокна имеют толстые стенки и сравнительно небольшую внутреннюю полость, что делает волокно прочным и гибким. Толстые стебли дают менее прочное и грубое волокно [2].

Форму стебля льна характеризуют сбежистость и мыклость. Сбежистость представляет разность диаметров стебля около места прикрепления семядольных листьев и его разветвления.

Мыклость – отношение технической длины стебля к его толщине. У льна-долгунца величина мыклости составляет 400–700. При большем показателе выход и качество волокна выше.

В разных частях стебля льна содержится различное количество волокна. У основания стебля оно составляет около 10–12 % массы соответствующей части стебля, в середине – 30–35 % и в верхней части – 28–30 %. Выход трёпаного длинного волокна в среднем составляет 18–20 % массы соломы [3].

Сравнение количественных показателей волокон льна-долгунца Дрогичинской межрайонной льносемянной станции и Дворцовского льнозавода представлено в таблице. Для получения высоких и устойчивых урожаев льна с хорошим качеством большое значение имеет выведение и внедрение в производство новых высокопродуктивных и высококачественных сортов, которые могут быть созданы в наиболее короткий срок лишь при правильном подборе исходного материала и использовании экспресс-методов оценки растений на ранних этапах селекции. При изучении исходного материала большое значение имеет способ оценки качества волокна. Установлено, что содержание волокна в льняных стеблях и его качество

определяются анатомическими особенностями. Прежде всего необходимо определить основные показатели анатомического строения стебля этих образцов, изучить корреляции между показателями анатомического строения стебля и показателями инструментальной оценки качества волокна [4].

Таблица – Количественные показатели лубяных волокон стебля льна-долгунца

Льнозавод/опыт	Ширина слоя волокон, мкм	Средний диаметр волокон, мкм	Вариация размеров волокон, мкм	Толщина стенок, мкм	Диаметр просвета, мкм	Размеры групп, мкм	Количество волокон в группе
Дрогичинский л/з, опыт 1	54,56	21,78	16,5–23,76	2,64	8,36	54,56 129,36	15
Дрогичинский л/з, контроль	129,36	32,34	24,64–48,84	10,42	4,76	129,36 142,38	26
Дворецкий л/з, опыт 1	135,52	22	12,1–26,18	7,7	6,6	135,52 374	58
Дворецкий л/з, контроль	105,6	31,46	25,74–61,38	5,52	18,26	105,6 194,48	14

**Заключение.** Анатомическая структура льна-долгунца в условиях юго-запада Беларуси не имеет качественных отличительных признаков в сравнении с таковыми растениями, выращенными в Беларуси и за рубежом. Основными отличиями количественных показателей у растений льна-долгунца, полученных на льнозаводах, по сравнению с контрольными образцами являются диаметр волокон, толщина клеточных стенок, диаметр просвета и ширина слоя волокон.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников, А. Н. Сравнительная анатомия стебля льна-долгунца в связи с процентом выхода волокна / А. Н. Мельников // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1929. – Т. 11, вып. 1. – С. 79–85.
2. Тихвинский, С. Ф. Изучение анатомического строения стеблей льна-долгунца мировой коллекции ВИР / С. Ф. Тухвинский // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1975. – Т. 55, вып. 1. – С. 94–97.
3. Яковлев, М. С. Сравнительное изучение анатомических и морфологических признаков льна / М. С. Яковлев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1929. – Т. 4.
4. Пашина, Л. В. Система оценки качества волокна при создании сортов льна-долгунца / Л. В. Пашина, Е. Л. Пашин // Льняное дело. – 1996. – № 3. – С. 21–24.

[К содержанию](#)

**Н. С. НАУМЕНКО**

Мозырь, МГПУ имени И. П. Шамякина

Научный руководитель – Н. А. Лебедев, канд. с.-х. наук,

декан биол. фак. ГГУ имени Ф. Скорины

**ПЛАСТИЧЕСКИЕ И МЕРИСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ  
УКЛЕЙКИ ОБЫКНОВЕННОЙ *ALBURNUS ALBURNUS*  
(LINNAEUS, 1758) В ОЗЕРЕ СВЯТОЕ РЕЧИЦКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Уклейка обыкновенная *Alburnus alburnus* относится к семейству Карповые *Cyprinidae* и живет как в реках, больших и малых, так и в озерах и прудах и иногда в слабосоленых частях моря [1–4]. Распространена по всей Европе от Франции на восток до бассейнов Северной Двины, Урала и Эмбы [2–4]. Отсутствует в Шотландии, Ирландии, на северо-западе Норвегии и севере Швеции [2–4]. В Италии (к югу от Альп и бассейна Дуная) и на Кавказе уступает место другим видам и подвидам уклей. В Крыму, к востоку от Северной Двины и Уральского хребта и в Средней Азии отсутствует. В Беларуси уклейка обычна во всех реках, озерах, прудах и пойменных водоемах с чистой водой и песчаным дном и везде многочисленна [2; 3].

Исследования пластических и меристических признаков *Alburnus alburnus* были проведены свыше 60 лет назад [2], а данные по морфометрическим особенностям этого вида в озере Святое Речицкого района отсутствуют вовсе. Этот факт вызывает необходимость проведения нового исследования. Данное исследование поможет установить актуальные данные по морфометрии уклейки из озера Святое Речицкого района и поставит новые вопросы относительно эволюционных и экологических факторов, влияющих на этот вид в данной местности.

**Цель** – определение пластических и меристических признаков уклейки обыкновенной *Alburnus alburnus* в озере Святое Речицкого района.

**Материалы и методы.** Отловы рыб проведены в конце мая – начале июня 2023 г. в озере Святое Речицкого района. Всего было отловлено 67 особей уклейки поплавочной снастью. Определение морфометрических показателей проведено по общепринятым в ихтиологии методикам [5]. Измерения пластических признаков проведены с помощью линейки и штангенциркуля. Взвешивание рыбы проводилось на весах SCARLETT SC-KS57P34. Статистическая обработка данных осуществлялась в пакете Excel.

**Результаты исследований.** Длина всей рыбы у отловленных нами особей уклейки колебалась в пределах от 104 до 153 мм при средней

132,49 ± 1,17 мм, масса – от 8 до 29 г при средней 17,64 ± 0,50 г. По данным Л. С. Берга, длина уклеи 120–150 мм, изредка до 172 мм [1]. По данным М. Kottelat, длина уклеи до 160 мм [4].

По данным Дрягина, на Ильмене половозрелая уклея имеет размеры (абс.) самцы 98–149 мм (масса 7–18 г), самки 106–171 мм (масса 9–37 г). Средний размер (до основания С) 562 половозрелых самцов 97 мм, 800 самок 105 мм [1]. Согласно данным П. И. Жукова, половозрелой уклея становится в 2 года при длине тела от 9,8 см и массе от 10 г [2; 3]. По данным В. С. Пенязя (Западная Двина), половозрелым оказался экземпляр длиной 9,3 см [2].

Таким образом, все отловленные нами особи уклеи были половозрелыми, а длина отловленных особей в озере Святое Речицкого района соответствует длине, указанной для уклеи другими авторами.

По данным Л. С. Берга, для уклеи характерны следующие меристические признаки: D III–IV (7) 8 (9), A III (14) (15) 16–19 (20), боковая линия (45) 40  $\frac{7-9}{3-4}$  52 (53) (54) (55), чаще всего 46–52 [1].

По данным М. Kottelat, для уклеи характерны следующие меристические признаки: число чешуй в боковой линии 45–48 + 3, количество ветвистых лучей в A 17–20½ [4].

Наши данные по пластическим и меристическим признакам уклеи из озера Святое Речицкого района в сравнении с данными П. И. Жукова (бассейн Днепра) приведены в таблице.

Таблица – Пластические и меристические признаки уклеи *Alburnus alburnus* из озера Святое Речицкого района, май 2023 г.

Признак	Данные наши, озеро Святое, конец мая – начало июня 2023 г.					Данные П. И. Жукова, бассейн Днепра [2]			
	n	min-max	M ± m	σ	Cv, %	n	min-max	M ± m	σ
Масса рыбы, г	67	8–29	17,64 ± 0,50	4,06	23,0	–	–	–	–
Масса рыбы без внутренностей, г	41	10–24	15,22 ± 0,48	3,06	20,1	–	–	–	–
K <sub>v</sub> (по Фультону)	67	1,1–1,6	1,29 ± 0,01	0,11	8,5	–	–	–	–
K <sub>v</sub> (по Кларку)	41	0,9–1,4	1,12 ± 0,02	0,11	9,8	–	–	–	–
<b>Пластические признаки</b>									
Длина всей рыбы, мм	67	104–153	132,49 ± 1,17	9,55	7,2	–	–	–	–
Длина головы, мм	41	20–28	23,51 ± 0,31	2,01	8,5	–	–	–	–
Длина тела без С, мм	67	86–127	110,39 ± 0,98	8,04	7,3	79	8,0–15,5	11,02 ± 0,20	1,79
<i>B</i> % от длины тела без С									
Длина туловища	41	76,1–83,3	79,58 ± 0,23	1,47	1,8	69	74,0–83,7	78,53 ± 0,20	1,63
Длина головы	41	18,3–23,9	21,25 ± 0,15	0,96	4,5	79	18,6–24,6	21,64 ± 0,13	1,12
Наибольшая толщина тела	41	8,8–12,1	10,23 ± 0,11	0,69	6,7	79	8,0–13,3	10,82 ± 0,12	1,05

Продолжение таблицы

Наибольшая высота тела	41	21,0–26,8	23,48 ± 0,22	1,41	6,0	78	17,7–26,0	22,68 ± 0,18	1,63
Наименьшая высота тела	41	7,1–9,3	8,11 ± 0,08	0,48	5,9	79	6,1–10,0	8,29 ± 0,11	1,02
Антедорсальное расстояние	41	53,5–59,1	56,02 ± 0,24	1,55	2,8	66	51,8–59,1	55,06 ± 0,21	1,73
Антевентральное расстояние	41	42,9–50,9	45,57 ± 0,28	1,77	3,9	54	42,0–48,9	44,49 ± 0,30	2,18
Антеанальное расстояние	41	59,6–66,7	63,38 ± 0,27	1,74	2,7	56	56,8–68,3	62,87 ± 0,30	2,26
Постдорсальное расстояние	41	35,0–42,1	37,58 ± 0,23	1,47	3,9	68	31,7–39,1	35,17 ± 0,17	1,44
Длина хвостового стебля	41	17,1–23,4	20,03 ± 0,20	1,25	6,2	68	14,6–23,6	18,86 ± 0,21	1,78
Длина основания <i>D</i>	41	8,7–14,8	9,83 ± 0,16	1,02	10,4	69	8,0–13,0	10,44 ± 0,15	1,28
Высота <i>D</i>	41	13,1–18,3	16,36 ± 0,19	1,21	7,4	69	13,6–20,6	16,99 ± 0,19	1,61
Длина основания <i>A</i>	41	16,5–21,1	18,98 ± 0,20	1,26	6,6	69	16,3–23,3	19,44 ± 0,20	1,70
Высота <i>A</i>	41	10,0–17,1	13,13 ± 0,24	1,51	11,5	69	9,7–16,4	13,44 ± 0,17	1,41
Длина <i>P</i>	41	17,9–21,6	19,45 ± 0,13	0,86	4,4	69	15,9–22,0	18,99 ± 0,13	1,12
Длина <i>V</i>	41	12,1–20,6	14,58 ± 0,21	1,34	9,2	69	12,4–17,0	14,75 ± 0,12	0,99
Расстояние <i>P–V</i>	41	18,3–26,3	22,89 ± 0,28	1,78	7,8	67	18,3–26,7	22,91 ± 0,21	1,71
Расстояние <i>V–A</i>	41	14,6–22,5	18,89 ± 0,24	1,53	8,1	68	16,4–24,0	20,24 ± 0,19	1,58
Длина верхней лопасти <i>C</i>	41	17,4–29,0	23,29 ± 0,36	2,32	10,0	64	17,8–26,9	21,32 ± 0,22	1,79
Длина нижней лопасти <i>C</i>	41	20,0–27,8	24,24 ± 0,28	1,77	7,3	64	18,6–25,7	22,30 ± 0,21	1,71
Длина средних лучей <i>C</i>	41	4,1–18,1	8,80 ± 0,50	3,17	36,0	55	5,6–13,4	9,30 ± 0,17	1,24
<i>B</i> % от длины головы									
Длина рыла	41	21,4–30,4	25,25 ± 0,36	2,31	9,1	68	20,0–33,4	28,15 ± 0,31	2,56
Диаметр глаза	41	24,0–35,0	28,89 ± 0,32	2,05	7,1	68	21,8–35,0	26,90 ± 0,28	2,32
Заглазничный отдел головы	41	28,0–52,4	46,39 ± 0,62	3,96	8,5	68	36,4–52,0	46,12 ± 0,37	3,06
Высота головы у затылка	41	47,6–86,4	72,91 ± 1,21	7,77	10,7	68	57,7–79,2	69,80 ± 0,52	4,30
Ширина лба	41	25,9–47,8	41,00 ± 0,66	4,22	10,3	68	22,7–35,0	28,86 ± 0,30	2,51
Высота лба	41	7,1–17,4	10,53 ± 0,38	2,40	22,8	–	–	–	–
<b>Меристические признаки</b>									
Количество ветвистых лучей в <i>D</i>	26	8–9	8,54 ± 0,10	0,51	6,0	79	7–9	8,17 ± 0,05	0,46
Количество ветвистых лучей в <i>A</i>	26	15–19	17,38 ± 0,19	0,98	5,6	79	15–20	17,47 ± 0,11	1,00
Количество ветвистых лучей в <i>P</i>	26	12–15	12,65 ± 0,17	0,85	6,7	68	12–16	14,03 ± 0,14	1,16
Количество ветвистых лучей в <i>V</i>	26	7–9	8,04 ± 0,12	0,60	7,5	68	6–8	7,90 ± 0,04	0,35
Боковая линия	26	7–9	8,00 ± 0,08	0,4	5,0	–	–	–	–
	26	44–50	47,58 ± 0,31	1,60	3,4	49	45–52	47,96 ± 0,26	1,85
	26	3–4	3,88 ± 0,06	0,33	8,5	–	–	–	–

Из таблицы следует, что пластические и меристические признаки уклеи, обитающей в озере Святое Речицкого района, в целом соответствуют данным П. И. Жукова и Л. С. Берга.

Упитанность уклеи по Фультону в конце мая – начале июня 2023 г. составила  $1,29 \pm 0,01$  с колебаниями от 1,1 до 1,6. Изменчивость коэффициента упитанности по Фультону составила 8,5 %. Упитанность уклеи по Кларку в конце мая – начале июня 2023 г. соответственно  $1,12 \pm 0,02$  с колебаниями от 0,9 до 1,4. Изменчивость коэффициента упитанности по Кларку составила 9,8 %.

**Заключение.** В целом пластические и меристические признаки уклеи, обитающей в озере Святое Речицкого района, соответствуют данным, установленным П. И. Жуковым, Л. С. Бергом и M. Kottelat [1–4].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2 / Л. С. Берг. – 4-е изд., испр. и доп. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1949. – С. 469–928.

2. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.

3. Рыбы : популяр. энцикл. справ. / Белорус. Совет. Энцикл., Ин-т зоологии АН БССР ; под ред. П. И. Жукова. – М. : БелСЭ, 1989. – 311 с.

4. Kottelat, M. Handbook of European Freshwater Fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. – Berlin, 2007. – 646 p.

5. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.

#### [К содержанию](#)

УДК 574.2; 504.3

#### **В. С. НЕСТЕРУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СФАГНОВЫХ ЛОВУШЕК В МОНИТОРИНГЕ АЭРАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Актуальность.** Загрязнение атмосферного воздуха – глобальная проблема, которая оказывает негативное воздействие на людей, животных и растения. В наши дни особое внимание уделяется таким загрязнителям, как оксиды серы, азота и углерода, стойкие органические загрязнители,

тяжелые металлы и взвешенные частицы, так как эти поллютанты являются очень распространенными. В связи с этим контроль качества атмосферного воздуха – важная составляющая мониторинга окружающей среды [1].

Географическое положение Беларуси обусловило большой удельный вес трансграничной составляющей в атмосферных выпадениях. Из-за преобладающего западного переноса воздушных масс более 70 % загрязняющих веществ, оседающих на территории Беларуси, поступает из западных стран. Республика граничит с пятью государствами: Российской Федерацией, Украиной, Польшей, Литвой и Латвией. Беларусь является одной из наиболее загрязняемых трансграничными выпадениями стран Европы. Пространственное распределение вклада внешних источников в уровни загрязнения страны зависит прежде всего от величины и пространственного расположения национальных и внешних источников выбросов и особенностей циркуляции атмосферы. В частности, в приграничных регионах этот вклад может превышать 90 % [2].

Анализ трансграничного и межрегионального переноса загрязняющих веществ в атмосфере вследствие природных явлений и техногенных катастроф и оценка его влияния на экосистемы и климат являются приоритетной проблемой для Беларуси.

Важным этапом в формировании системы контроля межрегионального переноса в Европе стали работы в рамках Программы ЕМЕП (совместная программа наблюдений и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния), созданной в 80-е гг. прошлого столетия. К сожалению, в соответствии с этой программой в абсолютном большинстве случаев измерения осуществляются локальными методами в приземном слое, данные набираются за относительно продолжительный промежуток времени. Это не позволяет эффективно контролировать потоки загрязняющих компонентов в атмосфере, поскольку крупномасштабный перенос осуществляется в основном вне приземного слоя. Тем самым затрудняется непосредственное использование результатов измерений для оценки и корректировки достоверности расчетов моделей переноса загрязнений [3].

Для индикации загрязнения воздушной среды может активно использоваться биоиндикация с помощью растительных объектов, а именно мхов (биоиндикация). Мхи особенно подходят, поскольку поглощают элементы и питательные вещества через свою поверхность непосредственно из атмосферных осадков, отражая тем самым химический состав окружающей среды [4]. С целью создания и тестирования метода оценки состояния воздушной среды с помощью мхов в Европе с 2012-го по 2015 г. работал проект MOSSclone при поддержке Европейского союза, который в полной мере исследовал возможность использования данного метода, а также разработал методику проведения такого рода биоиндикации.

**Цель** – изучение перспектив использования сфагновых ловушек в мониторинге аэрального загрязнения Республики Беларусь

**Материалы и методы.** Для изучения аэрального загрязнения различных импактных зон в Беларуси можно использовать методику с применением т. н. Moss bags (мешочков с мхом), описанную в литературе [5], которую можно упростить с помощью растений естественного происхождения.

Методика включает следующие этапы: отбор и подготовка растительного материала; подготовка аэроловушек со сфагнумом; установка аэроловушек и их экспозиция; химический анализ сфагнума на содержание загрязнителей; интерпретация полученных результатов.

Для проведения опыта лучше всего использовать растения сфагнума (*Sphagnum* sp.), так как он имеет наилучшую адсорбционную способность и является одним из самых распространенных на территории Беларуси [6].

Растения заготавливаются в естественных фитоценозах фоновой территории. Подготовка растительного материала включает сортировку, очистку, промывку (четыре цикла по 20 минут каждый при встряхивании: 10 mM ЭДТА и три промывки дистиллированной водой), сушку (три цикла по 8 часов каждый при 50, 80 и 100 °C). Для изготовления аэроловушек используют полимерную сетку. Перед применением сетку промывают в 10 mM ЭДТА и три раза в дистиллированной воде для удаления следов загрязнения. Прямоугольные плоские пакеты (20×20 см, размер ячеек 5 мм) заполняют подготовленным сфагнумом из расчета 30 мг/см<sup>2</sup> и закрепляют нейлоновой нитью. Мох внутри пакета распределяют равномерно для сведения к минимуму перекрытия и сжатия во время экспозиции. Готовые аэроловушки со сфагнумом упаковываются под вакуумом и хранятся до размещения в местах экспозиции; контрольные аэроловушки, для которых экспозиция не предусматривается, должны храниться в защищенном от прямых солнечных лучей месте до окончания эксперимента.

**Заключение.** Вследствие большого количества переноса загрязняющих веществ воздушным путем на территорию Беларуси, следует развивать направления биоиндикации трансграничного загрязнения воздуха с использованием различных растений, в частности мхов. Одним из решений данной проблемы является новый метод биоиндикации с помощью мешочков со мхом (Moss bags). Данный метод легок в организации, дешевый и индикативный.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенок, Ю. В. Оценка уровней загрязнения территории Республики Беларусь атмосферными выпадениями тяжелых металлов с использованием биоиндикации / Ю. В. Алексеенок, К. Н. Вергель, Н. С. Юшин // Успехи соврем. естествознания. – 2021. – № 10. – С. 43–50.

2. Липская, Д. А. Трансграничное загрязнение территории Республики Беларусь / Д. А. Липская, М. А. Русинович // Техника и технология пищевых производств : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апр. 2018 г. В 2 т. Т. 2 / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев : МГУП, 2018. – С. 401–402.

3. Иванов, А. П. Трансграничный перенос загрязнений в атмосфере Беларуси / А. П. Иванов // Наука и инновации. – 2006. – № 3. – С. 21–27.

4. Инелова, З. А. Использование и особенности культивирования мха сфагнума в биотехнологической системе для естественной фильтрации, очистки воздуха в городских условиях / З. А. Инелова, А. Е. Ермеков, Д. Едилхан // Вестн. Караганд. ун-та. Серия: Биология. Медицина. География. – 2022. – № 3. – С. 67–77.

5. Best options for the exposure of traditional and innovative moss bags: A systematic evaluation in three European countries / F. Capozzi [et al.] // Environmental Pollution. – 2016. – Vol. 214. – P. 362–373.

6. Gonzalez, A. G. Metal adsorption on mosses: Toward a universal adsorption model / A. G. Gonzalez, O. S. Pokrovsky // Journal of Colloid and Interface Science. – 2014. – Vol. 415. – P. 169–178.

#### [К содержанию](#)

УДК 595.799

**С. Л. НОВОЛОДСКАЯ**

Минск, БГУ

Научный руководитель – Д. О. Коротева, старший преподаватель

### **СООБЩЕСТВА ШМЕЛЕЙ (*BOMBUS LATR.*) – ПОСЕТИТЕЛЕЙ СОЦВЕТИЙ ИНВАЗИВНЫХ ЗОЛОТАРНИКОВ В ППРЗ «ДУБРАВА» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ**

**Актуальность.** Сохранение биоразнообразия охраняемых территорий Беларуси является актуальной задачей многих выполняемых на сегодняшний день эколого-фаунистических исследований. Произрастающие на территории памятника природы республиканского значения (далее – ППРЗ) «Дубрава» инвазивные золотарники энтомофильны и зависят в своем воспроизводстве от опыления насекомыми. В частности, эти растения крайне привлекательны в качестве кормовой базы для обитающих на территории «Дубравы» шмелей [1].

**Цель** – изучение структуры комплексов шмелей (*Bombus* Latr.), посещающих соцветия золотарника в ППРЗ «Дубрава».

**Материалы и методы.** Сбор насекомых производился в активный период цветения растений модельного вида на территории ППРЗ «Дубрава».

Сбор материала осуществлялся на двух стационарах в летний период 2023 г. – в ППРЗ «Дубрава» и на территории станции Гай, которая находится поблизости. Насекомые собирались вручную в период активности антофильных перепончатокрылых и помещались в пластмассовые пробирки для дальнейшей фиксации и монтирования энтомологической коллекции. Далее осуществлялось установление таксономической принадлежности собранных насекомых с помощью соответствующих определительных таблиц и ключей [2].

В качестве модельного растения были выбраны инвазивные золотарники *Solidago canadensis* L., характеризующиеся высокой медоносностью и представляющие интерес в качестве кормового растения для широкого спектра антофильных жалоносных перепончатокрылых насекомых [3; 4].

**Результаты исследования.** На соцветиях золотарников на территории ППРЗ «Дубрава» и станции Гай было зарегистрировано девять видов шмелей и шмелей-кукушек. Таксономический состав исследуемого комплекса представлен в таблице.

Таблица – Таксономический состав шмелей – посетителей золотарников в условиях различных биотопов г. Минска

Вид	Точки сбора материала	
	Станция Гай	ППРЗ «Дубрава»
<i>Bombus (Psithyrus) bohemicus</i>	2	1
<i>Bombus terrestris</i>	10	6
<i>Bombus lucorum</i>	1	–
<i>Bombus (Psithyrus) vestalis</i>	1	5
<i>Bombus lapidarius</i>	3	1
<i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>	7	4
<i>Bombus hypnorum</i>	1	1
<i>Bombus (Psithyrus) campestris</i>	–	1
<i>Bombus (Psithyrus) sylvestris</i>	–	1

Был проведен анализ видového сходства шмелей, посещающих соцветия золотарников на территориях ППРЗ «Дубрава» и станции Гай. На гистограмме, изображенной на рисунке, показана степень близости сравниваемых комплексов.

Визуализация данных на рисунке позволяет продемонстрировать структуру рассматриваемого сообщества шмелей.

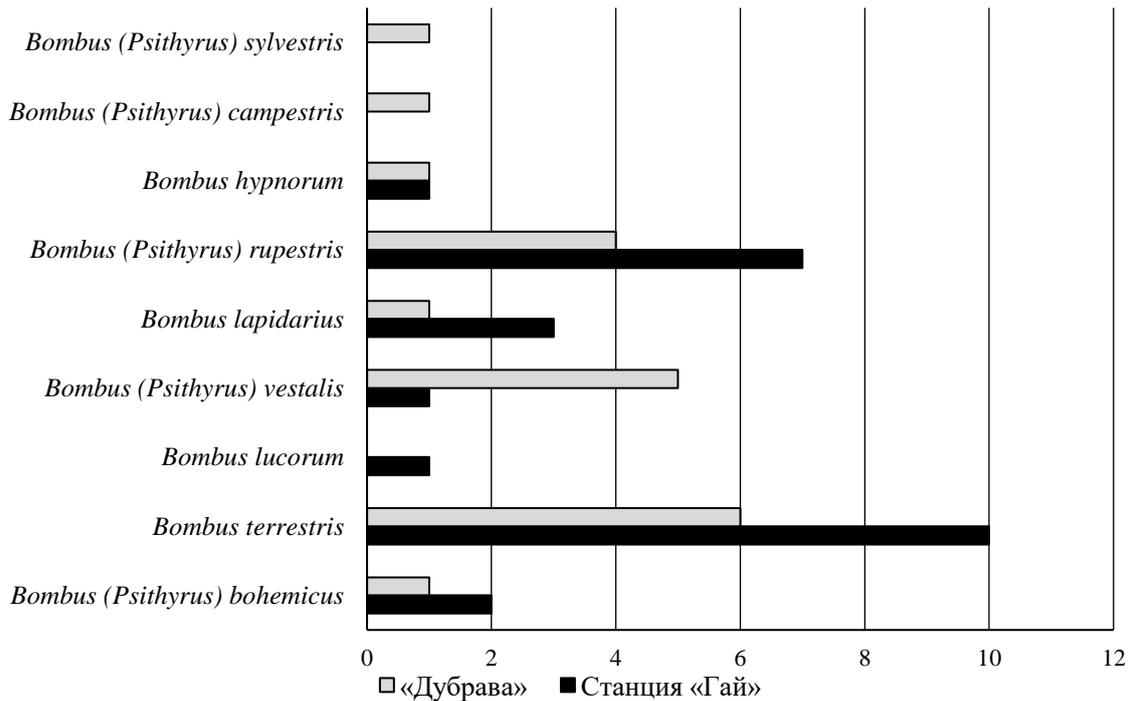


Рисунок – Структура комплексов шмелей – посетителей соцветий инвазивных золотарников на территории ППРЗ «Дубрава» и вблизи железнодорожной станции Гай

Сравнение комплексов по видовому составу показало, что значение коэффициента фаунистического сходства Жаккара для данных выборок достаточно высоко и равняется  $K_J = 0,6$ . Это может говорить о том, что шмели на территориях ППРЗ «Дубравы» и станции Гай приспособились питаться на соцветиях инвазивных золотарников и систематически используют их в качестве кормовой базы как в пределах охраняемой территории, так и в близлежащих местопроизрастаниях золотарников.

**Заключение.** В результате проведенной работы на соцветиях золотарника были отмечены представители девяти видов шмелей. Большинство отмеченных видов шмелей были обнаружены в единичном экземпляре, что может быть обусловлено тем, что шмели предпочитают посещать соцветия золотарников в качестве дополнительного источника питания и в ходе безвыборочного отлова были коллектированы в небольших количествах. Был проведен анализ и сравнение комплексов посещающих соцветия инвазивных золотарников шмелей, анализ показал высокое сходство выборок с двух стационаров. Это может свидетельствовать о том, что на территории «Дубравы» и рядом с ней представители одних и тех же видов посещают соцветия инвазивных золотарников, что говорит об активном использовании шмелями этих растений в качестве кормового ресурса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коротева, Д. О. Таксономический состав шмелей (*Bombus Latr.*) – посетителей соцветий золотарников (*Solidago L.*) в Минской области / Д. О. Коротева, С. Л. Новолодская // Зоологические чтения : сб. науч. ст., посвящ. 125-летию д-ра биол. наук Ивана Николаевича Сержанина / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: О. В. Янчуревич (гл. ред.), А. В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 144–145.
2. Gokcezade, J. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz / J. Gokcezade. – Leipzig : Quelle & Mayer, 2010. – 48 p.
3. Тихомиров, В. Н. *Solidago L.* – Золотарник / В. Н. Тихомиров, А. Н. Скуратович // Определитель высших растений Беларуси. – Минск : Дизайн ПРО, 1999.
4. Цвелев, Н. Н. Золотарник – *Solidago L.* / Н. Н. Цвелев // Флора европейской части СССР. Т. 7. Покрытосеменные: двудольные. – СПб. : Наука, 1994. – С. 176–179.
5. Long-term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming / L. Herbertsson [et al.] / Basic and Applied Ecology. – 2021. – № 53. – P. 116–123.

### [К содержанию](#)

УДК 378:574+577

#### **Е. В. ОРИЩУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ БИОАНТИОКСИДАНТОВ**

**Актуальность.** Одной из целей научного школьного экологического исследования является формирование профессионального мышления будущего ученого, который должен не только усвоить определенную систему знаний, но и научиться системно видеть и решать проблему, выделять фундаментальные связи внутри теории, а также применять теоретические знания к решению практических задач в области данного исследования. Приведенные данные свидетельствуют о том, сколько сложны и многообразны проявления биологической активности природных антиоксидантов (далее – АО), служащих важнейшим звеном существующей системы физико-химической регуляции окисления липидов, которая

включает совокупность реакций, обеспечивающих взаимосвязь между составом липидов, степенью их окисления и структурой мембран [1].

**Цель** – изучение важнейших механизмов патологического действия различных неблагоприятных факторов окружающей среды на организм с учетом экологических аспектов.

**Материалы и методы.** Анализ новейших научно-методических и учебных разработок в области экологического образования, научная литература, нормативные документы, регламентирующие образовательную деятельность в школе.

**Результаты исследования.** В качестве наиболее реактивных факторов, инициирующих перекисное окисление, выступают активные формы кислорода: супероксидный ( $O_2^-$ ), гидроперекисный ( $HO_2^-$ ) и гидроксидный ( $OH^-$ ) радикалы, перекись водорода ( $H_2O_2^-$ ), синглетная форма кислорода ( $^*O_2^-$ ). Основные механизмы образования активных форм кислорода в организме животных и растений связаны с нарушением функционирования электронно-транспортных цепей митохондрий, а также свойствами дегидрогеназ [2]. Но известно, что в живых организмах существует физиологически нормальный уровень перекисного окисления липидов, который регулирует липидный состав, проницаемость мембран. Контроль над содержанием активных форм кислорода осуществляется АО, которые являются ингибиторами перекисного окисления липидов. Со временем в школьном курсе химии и биологии термины «антиоксидантная система» и «антиоксиданты» стали использоваться значительно шире. Так, под системой антиоксидантной защиты стали подразумевать не только системы, элиминирующие активные формы кислорода и предотвращающие их возникновение, но также системы детоксикации, которые устраняют соединения, поврежденные вследствие спонтанного окисления кислородом. К ним отнесли вещества, способные нейтрализовать свободные радикалы и уменьшать интенсивность окисления, а также те, которые оказывают протекторное действие в отношении биологических структур. АО обладают широким спектром физиологического действия, что, очевидно, следует связывать с их участием в различных видах обмена, которые рассматриваются в старшей школе [3].

Наряду с АО прямого действия выделяют вещества-синергисты, которые сами не обладают выраженными противоокислительными свойствами, но способны усиливать антиоксидантный эффект. Например, так действуют ряд неорганических и органических кислот и полифосфатов, которые, являясь донорами водорода, восстанавливают окисленную форму АО и тем самым замедляют его расходование. Представляют интерес те противоокислительные вещества, которые функционируют в живом

организме, т. е. биоантиоксиданты, поскольку они играют чрезвычайную роль в защите многих биологических структур от свободнорадикального окисления. Эта группа противooksидлительных веществ является необходимым компонентом всех тканей и клеток живых организмов, где они в нормальных физиологических концентрациях поддерживают на постоянно низком уровне свободнорадикальные аутоокислительные процессы. Поэтому целесообразно в школьном курсе уделить этому особое внимание.

Действия биоантиоксидантов направлено на создание оптимальных условий для метаболизма и обеспечение нормального роста клеток и тканей [4]. Неферментативное звено антиоксидантной защиты организма представлено отдельными биоантиоксидантами, в состав которых входят фенольные соединения (токоферол, полифенолы, флавоноиды) и сходные с ними по строению хиноны (витамины группы К, убихинон, убихроменолы, каротиноиды). Действие этих веществ усиливается серосодержащими соединениями: глутатионом, эрготонином, цистеином, метионином, а также витаминами А и С, β-каротином. Из белковых веществ заслуживает внимания целый ряд ферментов. Основным элементом ферментативной системы защиты организма от активных форм кислорода служит супероксиддисмутаза, которая ускоряет распад  $^*O_2^-$ . Она, инактивируя супероксидный радикал, превращает его в перекись водорода, которая затем разлагается под действием каталазы с образованием воды. Пероксидаза широко распространена в клетках растений. Обладая широкой субстратной специфичностью, фермент проявляет окислительно-восстановительные свойства и контролирует количество перекиси водорода и антиоксидантов.

Из белков следует также отметить белковые ингибиторы протеолитических ферментов, для которых характерна антиоксидантная активность. Белки-ингибиторы присутствуют у всех живых организмов. Среди растений по содержанию ингибиторов протеиназ на первом месте стоят представители семейств бобовых, злаковых и пасленовых. К особенностям аминокислотного состава следует отнести необычайно высокое содержание остатков цистина в некоторых белках-ингибиторах [5].

**Заключение.** Приведенные литературные данные свидетельствуют о том, сколь сложны и многообразны проявления биологической активности природных АО, служащих важнейшим звеном существующей экологической системы. Нарушение этой регуляции приводит к развитию целого ряда патологических состояний. Антиоксиданты функционируют во всех живых организмах и на всех уровнях их организации комплексно, в единой биологической системе, тонко регулируя антиоксидантный статус клеток и организма в целом. Но все эти вещества работают в полную силу не всегда, а лишь при определенных условиях. Малейшее смещение

химического равновесия, нехватка ничтожного количества хотя бы одного микроэлемента-антиоксиданта приводят к сбоям в антиоксидантной защите организма.

Таким образом, формирование экологической направленности указанной темы возможно в рамках любой методической деятельности. Экологическое образование данной темы предполагает соблюдение норм и правил поведения в природе.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоров, И. В. Активные формы кислорода в окислительных процессах у животных и защитная регуляторная роль биоантиоксидантов / И. В. Сидоров, Н. А. Костромитинов // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – № 3. – С. 3–14.

2. Абрамова, Ж. И. Человек и противокислительные вещества / Ж. И. Абрамова, Г. И. Оксенгендлер. – Л. : Наука, 1985. – 178 с.

3. Кармолиев, Р. Х. Биохимические процессы при свободно-радикальном окислении и антиоксидантной защите / Р. Х. Кармолиев // Сельскохозяйственная биология. – 2002. – № 2. – С. 19–28.

4. Владимиров, Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. А. Владимиров, А. И. Арчаков. – М. : Наука, 1972. – 235 с.

5. Журавлев, А. И. Биоантиокислители в животном организме / А. И. Журавлев // Биоантиокислители : сб. тр. МОИП. – М. : Наука, 1975. – Т. 52. – С. 15–29.

#### [К содержанию](#)

УДК 502.175-047.36(476.7)

#### **А. В. ПАРФИЕВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ Р. САМАРОВКИ В ЧЕРТЕ Г. ИВАНОВО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *LEMNA MINOR* L.**

**Актуальность.** Рясковые являются ценным экспериментальным объектом для морфогенетических, физиологических, биохимических и экологических исследований [2; 7]. Виды семейства широко применяются в биологическом тестировании почвенной и водной среды при определении токсичности и как индикаторы загрязнения путем приостановки роста,

гибели или появления специфических ответных реакций на определенные поллютанты [7]. Особенности морфологического строения, небольшие размеры, быстрый рост, высокая скорость преимущественно вегетативного размножения с помощью почек, находящихся в почечных кармашках, чувствительность к среде обитания сделали представителей семейства рясковых удобным модельным объектом [2; 3; 7]. Наиболее распространенные виды в биотестировании – ряска малая, ряска горбатая и многокоренник [7].

**Цель** – определить степень загрязнения р. Самаровки в пределах г. Иваново с использованием ряски малой (*Lemna minor* L.).

**Материалы и методы.** Для определения экологического состояния р. Самаровки в черте г. Иваново Брестской области с помощью ряски малой (*Lemna minor* L.) летом 2023 г. были отобраны пробы воды в трехкратной повторности в пяти точках различных районов города: 1 – район пересечения улиц Барского и Янки Купалы, 2 – западный микрорайон, вдоль переулка Набережного, 3 – северная часть города, 4 – центр города, улица Кооперативная, 5 – восточная часть, вдоль улицы Шамякина.

Класс качества воды в реке устанавливали экспресс-методом с учетом морфологических изменений (хлороз, некроз), показателя отношения числа щитков к числу особей ряски малой в день отбора [1; 4; 5].

**Результаты исследования.** Представители семейства рясковых относятся к самым маленьким цветковым растениям. Рясковые – водные, свободно плавающие, чаще многолетние травянистые растения. Вегетативное тело – листец, корни слабо развиты или отсутствуют. Листецы рясковых могут быть одиночные или собраны в группы, соединенные гиалиновой нитью [2; 3].

Ряска малая (*Lemna minor* L.) семейства рясковых (*Lemnaceae* S.F. Gray) встречается в стоячих и медленно текущих водах. Листецы ряски обычно округлые, яйцевидные, эллиптические, одиночные или соединенные небольшими группами, плавающие на поверхности [6].

В пяти вышеперечисленных точках отбора в трехкратной повторности в каждую пробу воды из р. Самаровки в пределах г. Иваново включали по 30 растений ряски малой, определяли количество щитков общее, с повреждениями. Затем рассчитывали отношение числа щитков к числу особей и, учитывая долю поврежденных щитков, определяли степень чистоты воды. За одно растение принимали материнский щиток (с детками при наличии) [1; 4; 5]. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Оценка качества воды по морфологическим изменениям  
ряски малой

Проба	Общее число щитков	Число щитков с повреждениями		Доля щитков с повреждениями, %	Отношение числа щитков к числу особей
		побурение	пожелтение		
1-1	96	6	12	18,75	3,2
1-2	93	8	9	17,7	3,2
1-3	101	8	13	20,8	3,3
1	96,67 ± 2,33	7,33 ± 0,66	11,33 ± 1,2	19,08 ± 0,91	3,23 ± 0,03
2-1	92	10	12	24	3
2-2	86	13	3	18,6	2,8
2-3	87	12	5	19,54	2,9
2	88,33 ± 1,85	11,66 ± 0,88	6,66 ± 2,72	20,71 ± 1,66	2,9 ± 0,05
3-1	94	16	3	20,21	3,1
3-2	98	16	5	21,42	3,2
3-3	105	15	3	17,14	3,5
3	99 ± 3,21	15,66 ± 0,33	3,66 ± 0,66	19,59 ± 1,27	3,26 ± 0,12
4-1	97	12	8	20,61	3,2
4-2	96	13	5	18,75	3,2
4-3	84	10	6	19	2,8
4	92,33 ± 4,17	11,66 ± 0,88	6,33 ± 0,88	19,45 ± 0,58	3,06 ± 0,13
5-1	95	15	3	19	3,1
5-2	100	17	4	21	3,3
5-3	99	12	0	12	3,3
5	98 ± 1,52	14,66 ± 1,45	2,33 ± 1,2	17,33 ± 2,72	3,23 ± 0,06

Количество щитков у 30 особей *Letna minor* колеблется в среднем от 88,33 ± 1,85 во второй точке отбора (западный микрорайон) до 99 ± 3,21 в третьей точке отбора (северная часть города). Общее число щитков растений по всем вариантам опыта варьировало от 84 до 105. Доля поврежденных щитков ряски малой изменялась от 17,33 ± 2,72 % в пробе воды, отобранной из реки в восточной части города, до 20,71 ± 1,66 % в пробе из западного микрорайона. Наименьшее количество щитков модельных растений с наличием бурых пятен описано в первой пробе и составляет 7,33 ± 0,66, наибольшее – 15,66 ± 0,33 в третьей, в то время как количество щитков с пожелтением изменялось в пределах от 2,33 ± 1,2 до 11,33 ± 1,2 в пятой и первой пробах воды соответственно. Отношение числа щитков к числу особей *Letna minor* в пяти вариантах опыта варьировало в среднем от 2,9 до 3,26 при степени повреждения щитков 17,33–20,71 %. Полученные показатели соответствуют третьему классу чистоты воды, что позволяет сделать вывод об умеренном уровне загрязнения.

**Заключение.** По результатам оценки экологического состояния р. Самаровки, показатель отношения числа щитков к числу особей ряски

малой (*Lemna minor* L.) в пробах воды, отобранных в разных частях г. Иваново, составил 2,9–3,26 и соответствует третьему классу качества воды, умеренному загрязнению водоема.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биомониторинг состояния окружающей среды : учеб. пособие / И. С. Белюченко [и др.] ; под. ред. проф. И. С. Белюченко, проф. Е. В. Федоренко, проф. А. В. Смагина. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 153 с.
2. Жизнь растений. В 6 т. Т. 6. Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1982. – 608 с.
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова [и др.] ; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. – М. : Академия, 2007. – 288 с.
4. Методы экологических исследований : практикум / Е. С. Иванов [и др.]. – Рязань : Рязан. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2011. – 404 с.
5. Мусатова, О. В. Биоиндикация и биоповреждения : метод. рекомендации к лаб. работам / О. В. Мусатова. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2006. – 32 с.
6. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
7. Цаценко, Л. В. Рясковые как модельный объект в биотестировании водной и почвенной среды / Л. В. Цаценко, В. Г. Пасхалиди // Маслич. культуры : науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та маслич. культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 146–151.

#### [К содержанию](#)

УДК 502.175

**В. И. ПИНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

#### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОМЗОНЕ Г. ГОМЕЛЯ ПО НЕКОТОРЫМ ПРИЗНАКАМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Актуальность.** В условиях урбанизированных территорий происходит воздействие комплекса экологических факторов, определяющих протекание всех процессов жизнедеятельности организмов, с преобладанием

антропогенных факторов техногенной (промышленность, энергетика, транспорт) и хозяйственной деятельности и др. [1].

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) реагирует на загрязнение среды обитания продуктами техногенеза. Для оценки химической нагрузки на фитоиндикатор используют различные индикационные признаки: состояние хвои (морфологические, анатомические характеристики), величина годового прироста основного побега, длина листовой пластинки и др. [2]. Широкое распространение также приобрел метод оценки устойчивости развития, основанный на измерении флуктуирующей асимметрии. Под давлением стрессовых факторов происходит ослабление гомеостатических механизмов, что на морфологическом уровне выражается в повышении асимметрии листового аппарата [3].

**Цель** – оценить состояние окружающей среды в юго-западной части промышленной зоны г. Гомеля по флуктуирующей асимметрии и состоянию хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

**Материалы и методы.** Для определения состояния среды в промышленной зоне г. Гомеля осенью 2022 г. в пяти точках, расположенных на расстоянии 500–600 м в юго-западном направлении от Гомельского химического завода, и в контрольном насаждении (2500 м от предприятия) были отобраны 10 пар хвоинок с 10 одновозрастных деревьев сосны обыкновенной. Общий объем анализируемой выборки – 600 парных хвоинок, длину которых измеряли электронным штангенциркулем. Оценка качества среды проводили по величине индекса флуктуирующей асимметрии хвои (ИФА) [1; 3–6], учитывая результаты макроскопического анализа ее состояния и наличие повреждений (некрозы, усыхание) [7].

**Результаты исследования.** Для оценки стабильности развития сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях промышленной зоны г. Гомеля в 2022 г. проанализировано пять выборок хвои по 200 шт. каждая.

Количество хвоинок сосны обыкновенной без признаков повреждения в пяти точках отбора на исследованной территории составляет 24 %, 25 %, 15 %, 11 %, 23 %, на контроле – 49 %. Число неповрежденных хвоинок сосны в контрольном варианте превышает данные вариантов опыта в 1,96–4,5 раза. Количество хвоинок с признаками усыхания на пяти участках равно 42 %, 29 %, 32 %, 48 %, 39 %, с пятнами – 34 %, 46 %, 53 %, 41 %, 38 %. В контрольном насаждении в анализируемой выборке число хвои *Pinus sylvestris* с признаками усыхания и наличием некрозов – 28 %, 23 %.

После проведения статистической обработки результатов измерений длины хвои модельных деревьев во всех точках отбора промышленной зоны города были получены средние значения морфометрического показателя, рассчитан интегральный индекс флуктуирующей асимметрии хвои сосны обыкновенной на каждом участке (таблица). Показатель средней длины

хвои модельных деревьев *Pinus sylvestris* на первом участке варьировал в пределах от 17,39 до 50,72 мм, на втором – 48,44–59,25 мм, на третьем – от 46,99 до 58,44 мм, на четвертом – от 37 до 57,17 мм, на пятом – от 40,76 до 65,72 мм. Средняя величина длины хвои сосны обыкновенной в пяти точках отбора составила соответственно  $42,33 \pm 3,45$  мм,  $53,34 \pm 4,69$  мм,  $53,32 \pm 3,42$  мм,  $50,42 \pm 2,68$  мм и  $49,93 \pm 4,6$  мм. В контрольном насаждении средние значения данного показателя деревьев изменялись от 43,71 до 59,25 мм, и в среднем длина хвои равна  $53,38 \pm 2,79$  мм.

Таблица – Длина хвои сосны обыкновенной в промзоне г. Гомеля

№ дерева	Длина хвои, мм					
	1	2	3	4	5	Контроль
1	$17,39 \pm 4,01$	$51,56 \pm 4,47$	$54,30 \pm 3,94$	$51,21 \pm 2,76$	$50,16 \pm 2,41$	$48,56 \pm 3,92$
2	$36,18 \pm 4,75$	$56,40 \pm 2,96$	$56,74 \pm 2,98$	$37,0 \pm 2,74$	$45,64 \pm 2,47$	$43,71 \pm 2,05$
3	$48,92 \pm 3,21$	$59,25 \pm 3,69$	$58,44 \pm 4,90$	$48,56 \pm 1,56$	$56,19 \pm 4,01$	$45,85 \pm 3,57$
4	$43,44 \pm 2,47$	$54,57 \pm 3,07$	$58,04 \pm 2,98$	$44,02 \pm 3,97$	$58,60 \pm 4,74$	$54,35 \pm 3,45$
5	$41,82 \pm 3,76$	$56,73 \pm 2,09$	$56,56 \pm 3,03$	$45,71 \pm 3,01$	$65,72 \pm 3,26$	$56,47 \pm 4,07$
6	$50,72 \pm 2,58$	$49,46 \pm 3,25$	$54,60 \pm 1,43$	$54,71 \pm 4,48$	$56,21 \pm 3,47$	$59,09 \pm 2,41$
7	$48,54 \pm 3,08$	$53,13 \pm 2,89$	$54,10 \pm 3,64$	$57,17 \pm 2,47$	$44,92 \pm 4,31$	$58,54 \pm 3,54$
8	$45,28 \pm 2,53$	$51,54 \pm 3,45$	$51,03 \pm 2,95$	$56,76 \pm 4,09$	$54,60 \pm 2,58$	$59,25 \pm 2,98$
9	$42,80 \pm 3,34$	$48,44 \pm 3,86$	$46,99 \pm 2,13$	$54,75 \pm 3,29$	$56,53 \pm 2,28$	$53,09 \pm 3,01$
10	$48,17 \pm 2,54$	$52,81 \pm 3,36$	$48,42 \pm 3,64$	$54,35 \pm 2,19$	$40,76 \pm 4,13$	$54,93 \pm 4,95$
Среднее	$42,33 \pm 3,45$	$53,34 \pm 4,69$	$53,32 \pm 3,42$	$50,42 \pm 2,68$	$52,93 \pm 4,60$	$53,38 \pm 2,79$
ИФА	0,0043	0,0043	0,0040	0,0041	0,0043	0,0017

Показатель флуктуирующей асимметрии хвои деревьев сосны обыкновенной, произрастающей на территории юго-западной части промышленной зоны г. Гомеля, изменялся незначительно (0,0040–0,0043). Наиболее низкий показатель асимметрии хвои *Pinus sylvestris* зарегистрирован на контрольном участке – 0,0017.

Отклонение от нормы развития хвои сосны обыкновенной оценивали по 6-балльной шкале, разработанной Л. Н. Скрипальщиковой, В. В. Стасовой [6]. Полученные данные индекса флуктуирующей асимметрии длины хвои соответствуют трем баллам в четырех точках отбора, двум баллам – на третьем участке, что позволяет оценить влияние антропогенного фактора на стабильность развития *Pinus sylvestris* как преимущественно умеренное и слабое. Показатель флуктуирующей асимметрии хвои сосны обыкновенной контроля (0,0017) равен одному баллу (условная норма).

**Заключение.** В условиях юго-западной части промышленной зоны г. Гомеля интегральный показатель стабильности развития сосны обыкновенной варьирует в пределах 0,0040–0,0043, растения произрастают в условиях умеренного и слабого воздействия антропогенных факторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коротченко, И. С. Флуктуирующая асимметрия хвои *Pinus sylvestris* L. как биоиндикационный показатель загрязнения природных сред города Красноярска [Электронный ресурс] / И. С. Коротченко, А. Н. Алексеева // Вестн. Оренбург. гос. пед. ун-та : электрон. науч. журн. – 2021. – № 2 (38). – С. 27–38. – Режим доступа: <http://vestospu.ru>. – Дата доступа: 25.02.2024. – DOI: 10.32516/2303-9922.2021.38.3
2. Ковылина, О. П. Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в зоне техногенного загрязнения / О. П. Ковылина, И. А. Зарубина, А. Н. Ковылин // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. XXV, № 3–4. – С. 284–289.
3. Кизеев, А. Н. Изменения морфологических и физиолого-биохимических показателей хвои сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения / А. Н. Кизеев // Молодой ученый. – 2011. – № 3 (26). – С. 120–127.
4. Kozlov, M. V. Needle fluctuating asymmetry is a sensitive indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*) / M. V. Kozlov, P. Niemelä, J. Junttila // Ecological indicators. – 2002. – Vol. 1. – P. 271–277. – DOI:10.1016/S1470-160X(02)00023-7
5. Palmer, A. R. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns / A. R. Palmer, C. Strobeck // Ann. Rev. Ecol. Syst. – 1986. – Vol. 17. – P. 391–421.
6. Скрипальщикова, Л. Н. Биоиндикационные показатели стабильности развития насаждений в нарушенных ландшафтах / Л. Н. Скрипальщикова, В. В. Стасова // Сиб. лесной журн. – 2014. – № 2. – С. 62–72.
7. Экологический мониторинг : учеб.-метод. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. – Изд. 4-е. – М. : Акад. проект : Альма Матер, 2008. – 416 с.

### [К содержанию](#)

УДК 582.29(476.1)

**К. А. РАЗМЫСЛОВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

## **О СОСТАВЕ РОДА КЛАДОНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА «ТЕЛЬМОВСКИЙ ЛЕС»**

**Актуальность.** В природных комплексах Беларуси произошли существенные изменения, выразившиеся в общей деградации растительного покрова, дестабилизации экосистем, синантропизации природных

ландшафтов, что вызвало изменение естественной среды обитания живых организмов, в том числе сокращение площадей с естественным растительным покровом [1]. Из состава лишенобиоты Беларуси на долю эпигейной эколого-субстратной группы приходится 20 % видов. Проведение оценки разнообразия, таксономической структуры и некоторых экологических особенностей эпигейной лишенобиоты Беларуси в лесах, отнесенных к землям как городского, так и лесного фонда, представляется актуальным [2].

**Цель исследования** – проведение таксономического, биоморфологического и эколого-субстратного анализа родов *Cladonia* в составе эпигейной лишенобиоты городских лесов на примере Тельмовского леса в черте г. Бреста.

**Материалы и методы.** Маршрутным методом обследована территория Тельмовского леса, расположенного в восточной окраине г. Бреста. Тельмовский лес наряду с Мухавецким, Белоозерским лесными массивами относится к крупнейшим лесным массивам Брестского района. Основу Тельмовского леса составляют сосняки на песчаных, кислых почвах, также встречаются фрагменты мелколиственных лесов с участием березы, осины, ольхи. При сборе материала вели учет частоты встречаемости, характера занимаемого субстрата. При камеральной обработке материала осуществляли видовую идентификацию, учитывая морфологию подцеиев (окраску, размеры, форму, характер ветвления, наличие чешуек и т. п.) и апотециев, изменение окраски корового слоя подцеиев под действием КОН [3–5].

**Результаты исследования.** В Беларуси отмечено 126 видов лишайников, произрастающих на почве, что составляет 20 % всей лишенобиоты Беларуси. При этом облигатно эпигейными видами на территории Беларуси являются только 27 видов лишайников. В таксономическом отношении 41 % эпигейных видов являются представителями родов *Cladonia* [6]. На территории Беларуси обнаружено более 62 видов этого рода [7].

Представители рода *Cladonia* Hill ex P. Browne. (*Cladoniaceae* Zenk, *Lecanorales*) являются типичными эпигейными лишайниками сосновых лесов. На территории исследования зарегистрировано восемь видов рода *Cladonia*: *Cl. arbuscula* (Wallr.) Flot. (*Cl. sylvatica* (L.) Hoffm.), *Cl. rangiferina* (L.) Web., *Cl. degenerans* (Flk.) Spreng. (*Cl. phyllophora* Ehrh. ex Hoffm.), *Cl. fimbriata* (L.) Fr., *Cl. coniocraea* (Flörke) Spreng., *Cl. squamosa* Hoffm., реже встречаются *Cl. cornuta* (L.) Hoffm., *Cl. cenotea* (Ach.) Schaer. Доминирующим видом по частоте встречаемости (распространен повсеместно) в обследованном лесном массиве является доминант эпигейной флоры хвойных лесов *Cl. arbuscula*. Как отмечают многие исследователи, указанный вид является наиболее типичным видом лишайников изучаемого региона, доминантом эпигейной флоры хвойных лесов [8]. Часто встречаются *Cl. Rangiferi*, *Cl. degenerans*, *Cl. coniocraea*, *Cl. squamosa*. Реже встречаются *Cl. cornuta*, *Cl. cenotea*.

По отношению к занимаемому субстрату на исследованной территории в качестве типичных эпигейдных лишайников выступают *Cl. ramulosa*, *Cl. arbuscula*, *Cl. rangiferina*, *Cl. squamosa*. К числу «факультативно» эпигейных лишайников относятся *Cl. fimbriata*, *Cl. coniocraea*, *Cl. cornuta*, *Cl. cenotea*, поскольку обнаружены не только непосредственно на почве, но и на коре в комлевой части стволов, на коре пней и т. п. А. Г. Цуриков классифицирует *Cl. coniocraea* как эврисубстратный лишайник [6]. На почве в составе мохового покрова среди зеленых мхов обнаруживаются *Cl. ramulosa*, *Cl. fimbriata*, *Cl. arbuscula*.

В биоморфологическом отношении обнаруженные виды, как и род *Cladonia* в целом, относятся к кустистым лишайникам. По классификации биоморф рассматриваемого рода [3] выявленные виды распределяются по трем группам: виды с кустистыми сильноразветвленными подециями (*Cl. rangiferina*, *Cl. arbuscula*); виды со сцифовидными разветвленными и неразветвленными подециями (наряду со сцифовидными у ряда видов могут присутствовать палочковидные подеции) (*Cl. cornuta*, *Cl. degenerans*, *Cl. cenotea*, *Cl. fimbriata*, *Cl. Squamosa*); виды с палочковидными и шиловидными неразветвленными или слабозветвленными подециями (*Cl. coniocraea*).

Географический анализ показал, что бореально-монтанный элемент представлен одним видом *Cl. arbuscula*. Остальные виды относятся к мультирегиональному элементу, из которых Голарктический тип ареала имеет *Cl. fimbriata*, бореальным типом ареала характеризуются *Cl. cenotea*, *Cl. rangiferina*, *Cl. squamosa*, *Cl. coniocraea*, *Cl. degenerans*, монтанно-гипоарктический тип ареала имеет *Cl. cornuta*.

Таким образом, в составе лишенобиоты Тельмовского леса обнаружено восемь видов кустистых лишайников рода *Cladonia*, которые относятся к трем морфологическим группам. В равном количестве представлены эпигейдные и «факультативно» эпигейдные виды. Наиболее широко представлены виды мультирегионального геоэлемента.

*Результаты получены при финансовой поддержке Министерства образования (в рамках НИР «Установить структуру лишенофлоры ландшафтно-рекреационных территорий и ООПТ г. Бреста» с номером госрегистрации 20240572 от 17.04.2024).*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубков, В. В. Лишайники охраняемых природных территорий Беларуси: флористическая и эколого-географическая характеристика : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05, 03.00.24 / В. В. Голубков ; Ин-т эксперим. ботаники. – Минск, 1992. – 18 с.

2. Цуриков, А. Г. Предварительные сведения о напочвенных лишайниках Беларуси / А. Г. Цуриков // Вестн. Оренбург. гос. пед. ун-та. – 2020. – № 4 (36). – С. 221–227. – DOI: 10.32516/2303-9922.2020.36.12
3. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / Л. В. Гарибова [и др.]; отв. ред. М. В. Горленко. – М. : Мысль, 1978. – 365 с.
4. Атлас-определитель ксилотрофных грибов, кустистых и листоватых лишайников Национального парка «Беловежская пуца» / Т. Г. Шабашова [и др.]. – Брест : Альтернатива, 2016. – 248 с.
5. Горбач, Н. В. Лишайники Беларуси : определитель / Н. В. Горбач. – Минск : Наука и техника, 1973. – 338 с.
6. Цуриков, А. Г. Лишайники Беларуси / А. Г. Цуриков ; Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. – 379 с.
7. Флора Беларуси. Лишайники. В 4 т. Т. 1 / А. П. Яцына [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 341 с.
8. Цуриков, А. Г. Географический анализ лишенофлоры Гомельского Полесья / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. – 2007. – № 1 (16). – С. 48–52.

[К содержанию](#)

УДК 581.92:582.734

**И. А. РОМАНИЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

## **ДРЕВЕСНЫЕ ИНТРОДУЦЕНТЫ СЕМЕЙСТВА РОЗОЦВЕТНЫЕ Г. КОБРИНА**

**Актуальность.** Влияние человека на природу проявляется в изменении ареалов растений, переносе их в другие страны, адаптации к новым условиям обитания. Этими вопросами занимается отрасль науки, называемая интродукцией растений. Важнейшая объективная предпосылка возникновения и развития интродукционной деятельности человека – весьма неравномерное распределение на земле мировых ресурсов.

Большинство ботаников под интродукцией понимают введение растений в культуру страны, где они ранее отсутствовали. Некоторые ботаники считают интродукцией вообще введение в культуру дикорастущих видов, даже если это происходит в пределах их естественного ареала, или же – «совокупность методов введения в культуру новых видов». Однако правильно под термином «интродукция» понимать введение

в культуру дикорастущих растений как в пределах ареала, так и в новых областях, где эти виды не встречались до сих пор ни в диком, ни в культурном состоянии [1].

Древесные интродуценты – это растения, введенные в новые условия среды, которые не являются их естественным ареалом. Древесные интродуценты имеют важное значение для озеленения, садоводства, плодоводства и ландшафтного дизайна, так как обогащают видовой состав растительности, улучшают микроклимат, создают эстетический эффект, обеспечивают пищу и укрытие для животных, а также являются источником генетического материала для селекции.

Древесные интродуценты семейства *Rosaceae* Juss. представляют собой разнообразную и распространенную группу растений, имеющую высокую экономическую, культурную и эстетическую ценность. Они способствуют повышению биоразнообразия, улучшению микроклимата, оздоровлению почвы и воздуха, а также созданию комфортной среды обитания для человека и животных в городской среде. Однако для эффективной интродукции и сохранения этих растений необходимо проводить комплексное изучение их биологических особенностей, экологических требований, фитосанитарного состояния, а также разрабатывать оптимальные методы посадки, ухода и защиты от неблагоприятных факторов. Также важно учитывать генетическую изменчивость и потенциал адаптации интродуцентов к новым условиям, возможность их взаимодействия с местной флорой и фауной.

Семейство Розоцветные (*Rosaceae* Juss.) – одно из самых разнообразных и распространенных семейств растений, включающее около 4000 видов, принадлежащих к 104 родам. Среди них множество видов, используемых в культуре, таких как яблоня, груша, слива, вишня, черешня, абрикос, шиповник, спирея и др. Эти растения отличаются высокой декоративностью, плодовитостью, лекарственными свойствами, а также адаптивностью к различным условиям среды [2]. В связи с этим расширение знаний о древесных интродуцентах семейства Розоцветные, изучение их морфологии и декоративных особенностей, а также заболеваний и методов борьбы с ними является актуальным.

**Цель** – изучить видовое разнообразие древесных интродуцентов семейства Розоцветные, произрастающих в г. Кобрине.

**Материалы и методы.** Объектом исследования явились древесные интродуцированные представители семейства Розоцветные, произрастающие в г. Кобрине. Основным методом исследования был маршрутный, сущность которого заключается в планомерном обследовании территории, фотографировании и сборе растений [3]. Определение изученных растений проводили с помощью определителей [4–6].

**Результаты исследования.** В ходе исследования были изучены 15 видов древесных интродуцентов, которые растут в г. Кобрине, в том числе в парках, скверах, улицах, дворах и приусадебных участках.

Подсемейство Спирейные – *Spiraeoideae*.

Род Спирея – *Spiraea* L.

Спирея японская – *Spiraea japonica* L.

Спирея Ван-Гутта – *Spiraea vanhouttei* Zbl.

Спирея иволистная – *Spiraea salicifolia* L.

Спирея средняя – *Spiraea media* Fr. Schmidt.

Род Пузыреплодник – *Physocarpus* (Combess.) Maxim.

Пузыреплодник калинолистный – *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.

Подсемейство Розовые – *Rosoideae*.

Род Роза – *Rosa* L.

Роза морщинистая – *Rosa rugosa* Thunb.

Подсемейство Яблоневые – *Maloideae*.

Род Боярышник – *Crataegus* L.

Боярышник колючий – *Crataegus oxyacantha* L.

Род Рябина – *Sorbus* L.

Рябина круглолистная – *Sorbus aria* Crantz.

Род Айва – *Cydonia* Mill.

Айва обыкновенная – *Cydonia oblonga* Mill.

Подсемейство Сливовые – *Prunoideae*.

Род Слива – *Prunus* Mill.

Слива растопыренная, или алыча, – *Prunus divaricata* Ldb.

Слива домашняя – *Prunus domestica* L.

Род Вишня – *Cerasus* Juss.

Вишня обыкновенная – *Cerasus vulgaris* Mill.

Черешня – *Cerasus avium* (L.) Moench.

Род Абрикос – *Armeniaca* Scop.

Абрикос обыкновенный – *Armeniaca vulgaris* Lam.

Род Персик – *Persica* Mill.

Персик обыкновенный – *Persica vulgaris* Mill.

**Заключение.** В результате проведенного исследования было установлено, что в г. Кобрине произрастает 15 видов древесных интродуцентов семейства *Rosaceae* Juss., которые относятся к четырем подсемействам и десяти родам. Самым многочисленным по количеству видов является подсемейство Сливовые (*Prunoideae*).

Наиболее часто встречаются представители рода *Spiraea* L. – четыре вида. Роды *Prunus* Mill. и *Cerasus* Juss. представлены двумя видами. Роды *Physocarpus* (Combess.) Maxim., *Rosa* L., *Crataegus* L., *Sorbus* L., *Armeniaca* Scop., *Persica* Mill. и *Cydonia* Mill. насчитывают по одному виду.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорук, А. Т. Интродуцированные деревья и кустарники западной части Белоруссии / А. Т. Федорук ; под ред. И. Д. Юркевича. – Минск : Изд-во БГУ, 1972. – 192 с.
2. Еленевский, А. Г. Ботаника: Систематика высших, или наземных, растений : учеб. для пед. вузов по специальности «Биология» / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. – 2-е изд., испр. – М. : Академия, 2001. – 432 с.
3. Лемеза, Н. А. Геоботаника: учебная практика / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск : Выш. шк., 2008. – 255 с.
4. Определитель высших растений Беларуси / под ред В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
5. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1987. – 548 с.
6. Ванин, А. И. Определитель деревьев и кустарников / А. И. Ванин. – М. : Лесная пром-сть, 1967. – 234 с.

[К содержанию](#)

УДК 595.733+591.9

**Е. А. РОСТОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

### **ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТРЯДА СТРЕКОЗ (ODONATA) Г. БРЕСТА**

**Актуальность.** На сегодняшний день со стремительной скоростью происходит изменение экологической обстановки, вслед за которой меняется география ареалов распространения живых организмов, вследствие чего возникает необходимость введения постоянного мониторинга мест происхождения редких видов животных, растений и насекомых.

**Цель** – проведение комплексного анализа одонатофауны на примере г. Бреста и его окрестностей для уточнения списка видов и сравнения мест обитания.

**Материалы и методы.** На протяжении летне-осеннего периода 2022–2023 гг. проводилась работа по изучению видового состава стрекоз на 12 биотопах в пределах г. Бреста и его окрестностей: 1 – р. Мухавец, центральный пляж г. Бреста; 2 – р. Мухавец около Бресткой крепости; 3 – водоем в микрорайоне Козловичи на улице Гаёвка; 4 – р. Лесная

недалеко от трассы Н-345; 5 – гребной канал в г. Бресте; 6 – пруд Зодчих; 7 – Кирпичные озера; 8 – водоем вблизи Речицкого кладбища; 9 – Малая Соя; 10 – Большая Соя; 11 – Красный Двор г. Бреста; 12 – пруд Гершоны.

Основным методом учета видового состава являлся маршрутный метод. Визуальный учет и сбор экземпляров проводился с помощью сачка.  $\beta$ -разнообразие характеризовалось с помощью индексов видового сходства: коэффициента Чекановского – Серенсена и коэффициента Жаккара [1].

**Результаты исследования.** В ходе проведенных исследований было изучено 196 особей стрекоз, относящихся к двум подотрядам, шести семействам, 13 родам и 19 видам.

Наиболее богато видами семейство *Libellulidae*, которое представлено восемью видами, или 42 %. Семейства *Aeshnidae*, *Coenagrionidae* и *Lestidae* включают по три вида, что составляет по 16 % соответственно. Семейства *Platycnemididae* и *Calopterygidae* представлены одним видом (5 %).

Из родов по числу видов в них наиболее представительным оказался *Sympetrum* (четыре вида), а по количеству особей – *Sympetrum*, *Platycnemis* и *Calopteryx* – 73, 50 и 40 соответственно.

На долю особей семейства *Libellulidae* приходится 80 особей, что составляет 41 %, семейства *Platycnemididae* – 50 особей, или 25 %, а на долю особей семейства *Calopterygidae* – 40 особей (20 %).

Таким образом, ядро одонатофауны составляют представители семейств *Libellulidae* и *Platycnemididae*. На долю представителей остальных трех семейств приходится 14 %.

Проведя расчеты по индексу видового богатства Маргалефа [2], можно сделать выводы об обогатенности или бедности биотопов (рисунок 1). Так, в биотопе 3 индекс имеет самое высокое значение – 3,07, в то время как самое низкое значение (0) имеет 11-е сообщество.

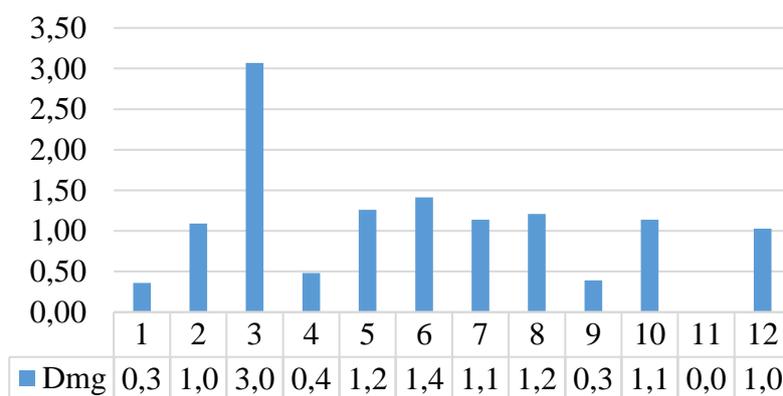


Рисунок 1 – Индекс видового разнообразия Маргалефа

Для оценки экологической структуры одонатофауны все виды были разделены по типу мест развития нимф на три группы: стагнобионты, реофилы и эврибионты. Самой многочисленной является группа стагнобионтов, в которую вошли 13 видов, что составило 68,4 % (рисунок 2).

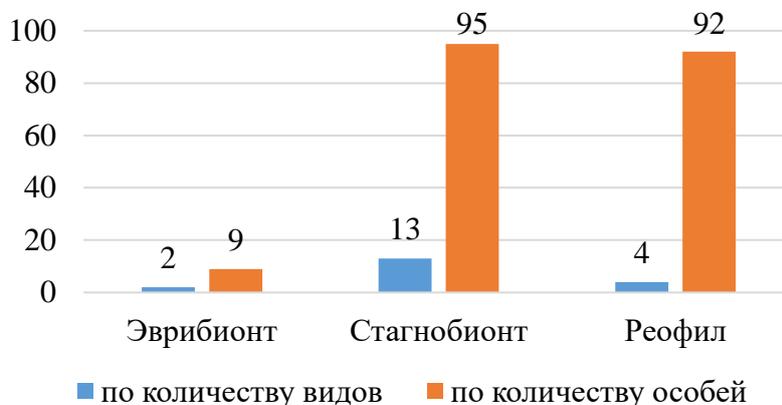


Рисунок 2 – Экологическая характеристика одонатофауны

Таким образом, одонатофауна, заселяющая г. Брест и его окрестности, в основном состоит из стагнобионтов (по числу видов).

При анализе  $\beta$ -разнообразия наблюдается сильное сходство в составе видов между сообществами 5 и 2. Сходные индексы также наблюдаются между сообществами 10 и 2, 10 и 7, 12 и 1 и 5 и 7 (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели  $\beta$ -разнообразия одонатофауны

		Индекс видового сходства Жаккара											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Коэффициент Серенсена – Чекановского	1	1	0,40	0,18	0,33	0,40	0,40	0,50	0,20	0,33	0,50	0,50	<b>0,67</b>
	2	0,57	1	0,23	0,40	<b>0,67</b>	0,43	0,50	0,29	0,40	<b>0,80</b>	0,20	0,33
	3	0,31	0,38	1	0,08	0,23	0,23	0,15	0,15	0,08	0,15	0,09	0,17
	4	0,50	0,57	0,15	1	0,17	0,17	0,20	0,20	0,33	0,50	0,00	0,25
	5	0,57	<b>0,80</b>	0,38	0,29	1	0,43	<b>0,50</b>	0,13	0,17	0,50	0,20	0,33
	6	0,57	0,60	0,38	0,29	0,60	1	0,29	0,13	0,17	0,29	0,20	0,33
	7	0,67	0,67	0,27	0,33	<b>0,67</b>	0,44	1	0,14	0,20	<b>0,60</b>	0,25	0,40
	8	0,33	0,44	0,13	0,33	0,22	0,22	0,25	1	<b>0,50</b>	0,33	0,25	0,17
	9	0,50	0,57	0,15	0,50	0,29	0,29	0,33	<b>0,67</b>	1	0,50	0,50	0,25
	10	0,67	<b>0,89</b>	0,27	0,67	0,67	0,44	<b>0,75</b>	0,50	0,67	1	0,25	0,40
	11	0,67	0,33	0,17	0,00	0,33	0,33	0,40	0,40	0,67	0,40	1	0,33
	12	<b>0,80</b>	0,50	0,29	0,40	0,50	0,50	0,57	0,29	0,40	0,57	0,50	1

**Заключение.** В результате работы сделаны следующие выводы:

1. Ядро одонатофауны г. Бреста и его окрестностей составляют представители семейств Platycnemididae и Libellulidae.
2. Одонатофауна представлена преимущественно стагнобионтами.
3. Анализ бета-разнообразия показал высокую степень сходства между сообществами 5 и 2, которые являются фрагментами одной и той же р. Мухавец, но расположены в разных местах. Это объясняет высокую степень сходства между биотопами. Сходные индексы также наблюдаются между сообществами 10 и 2, 10 и 7, 12 и 1 и 5 и 7.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
2. Гришанов, Г. В. Методы изучения и оценки биологического разнообразия : учеб. пособие / Г. В. Гришанов, Ю. Н. Гришанова. – Калининград : Рос. ун-т им. И. Канта, 2010. – 58 с.

[К содержанию](#)

УДК 504.064.4

**Д. А. СИНИЦЫНА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

#### **МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЕМ ОАО «БАРХИМ» ЗА ПЕРИОД 2020–2022 ГГ.**

**Актуальность.** Мониторинг выбросов загрязняющих веществ является необходимым условием для оценки степени антропогенного воздействия на окружающую среду. Человек выбрасывает в окружающую среду большое количество загрязнителей как от стационарных, так и от мобильных источников, которые, в свою очередь, влияют непосредственно на здоровье человека и на экологическую обстановку в целом [1].

ОАО «Бархим» (г. Барановичи) – один из крупнейших производителей товаров бытовой и промышленной химии, синтетических моющих средств в Республике Беларусь. Фирменные потребительские товары – стиральные порошки, жидкие и пастообразные моющие средства для стирки изделий из всех видов тканей, кондиционеры-ополаскиватели, отбеливатели; средства чистящие, для мытья посуды, санитарно-гигиенические; жидкое мыло. Производство осуществляется на новом оборудовании

и по технологии компании Desmet Ballestra.SPA (Италия). Разработка и производство продукции сертифицированы по Международной системе качества СТБ ISO 9001-2015 [2].

Мощности производства ОАО «Бархим» более 6000 т/год, в том числе жидкое мыло – 3000 т/год, средства для мытья посуды – 2000 т/год, кондиционеры-ополаскиватели – 200 т/год, средства жидкие для стирки тканей и автошампуни – более 800 т/год [2].

**Цель** – провести мониторинг и выявить общую динамику выбросов загрязняющих веществ: диоксида азота (второй класс опасности), монооксида углерода (четвертый класс опасности) и твердых частиц (третий класс опасности) – предприятием ОАО «Бархим» за период 2020–2022 гг.

**Материалы и методы исследования.** В качестве материала исследования использовались данные по выбросам загрязняющих веществ, предоставленные ОАО «Бархим», а также литературные источники.

**Результаты исследования.** Динамика количества выбросов за исследуемый период представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Количество выбросов за период 2020–2022 гг.

Количество выбросов в 2020 г. монооксида углерода, диоксида азота и твердых частиц составило 1,719 т. В 2021 г. количество загрязнителей незначительно сократилось по сравнению с предыдущим годом – на 5,6 %. Однако показатель выбросов загрязнителей в атмосферу воздуха в 2021 г. является минимальным в изучаемом периоде. В 2022 г. был зафиксирован рост выбросов на 20,8 % по сравнению с показателями 2021 г. В результате максимальный выброс загрязняющих веществ предприятием ОАО «Бархим» был зафиксирован в 2022 г.

Таким образом, предприятие имеет тенденцию к постоянному увеличению выбросов, которое составляет 16,1 %.

ОАО «Бархим» ежегодно увеличивает количество выбросов загрязняющих веществ. Это может быть связано с ростом и развитием данного предприятия. Рост темпа производства продукции за 2022 г. составляет 240,6 %. Увеличению мощности предприятия и его развитию во многом способствовало увеличение экспорта. При этом основной объем экспорта – без малого 94 % – пришелся на Россию.

Соотношение количества выбросов монооксида углерода, диоксида азота и твердых частиц представлено на рисунке 2. Наибольший процент выбросов составляют твердые частицы (третий класс опасности) – 60 %, вторую позицию занимает монооксид углерода (четвертый класс опасности) – 32 %, и наименьший процент составляет диоксид азота (второй класс опасности) – 8 %. В течение изучаемого периода (2020–2022 гг.) это соотношение менялось незначительно.

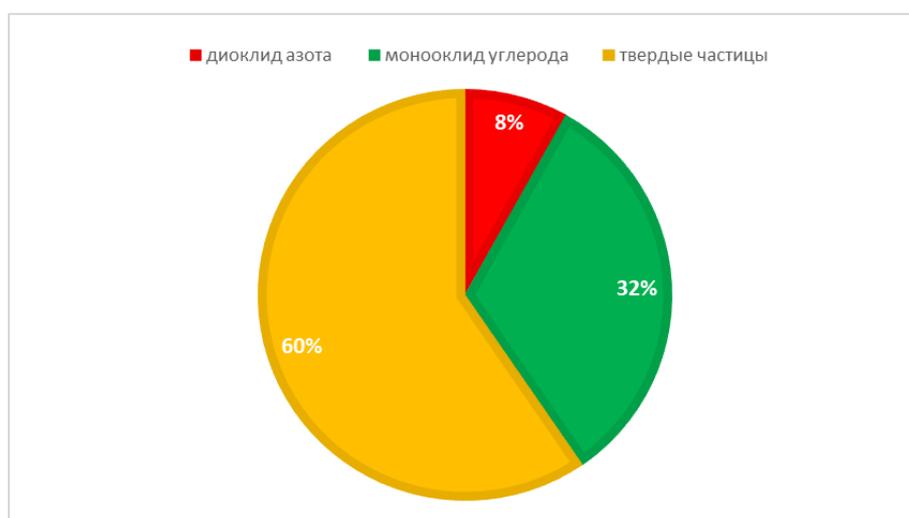


Рисунок 2 – Процентное соотношение выбросов за 2022 г.

**Заключение.** 1. Динамика количества выбросов монооксида углерода, диоксида азота и твердых частиц ОАО «Бархим» за период 2020–2022 гг. имеет тенденцию к увеличению. В целом количество выбросов загрязняющих веществ увеличилось на 16,1 %.

2. В 2021 г. зафиксировано минимальное количество выбросов предприятием в изучаемый период.

3. Максимальное количество выбросов данных газообразных веществ наблюдалось в 2022 г. Увеличение количества выбросов, по нашему мнению, связано с увеличением производственных мощностей и началом производства новой продукции.

4. Наибольший процент выбросов предприятия ОАО «Бархим» приходится на твердые частицы (третий класс опасности) – 60 % от общего количества.

5. Количество выбросов в атмосферу монооксида углерода, диоксида азота и твердых частиц в изучаемый период 2020–2022 гг. не превышало допустимых норм.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курсов, С. В. Монооксид углерода: физиологическое значение и токсикология / С. В. Курсов // Медицина неотлож. состояний. – 2015. – № 6. – С. 9–16.

2. BARHIM чистая победа [Электронный ресурс] / ОАО «БАРХИМ». – Режим доступа: <https://www.barhim.by/novosti>. – Дата доступа: 28.02.2024.

[К содержанию](#)

УДК 581.32

**Е. А. СОВЕНОК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

#### **ЗЕЛЕННЫЕ МХИ В КОЛЛЕКЦИИ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ БрГУ ИМЕНИ А. С. ПУШКИНА**

**Актуальность.** Бриофлора составляет существенную и специфическую часть флоры высших растений – около 25 %. Из 440 видов мохообразных 27 видов занесены в Красную книгу Республики Беларусь, а 35 видов нуждаются в профилактической охране в связи с их редкостью или недостаточной изученностью [1; 2].

В Беларуси изучение бриофлоры активно велось доктором биологических наук Г. Ф. Рыковским и его коллегами – сотрудниками Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси [1; 3]. Белорусскими учеными проводятся масштабные исследования состава бриофлоры ООПТ, в том числе Березинского биосферного заповедника, Национального парка «Припятский», Национального парка «Браславские озера» [1; 2; 4; 5]. О. М. Масловским закартировано и проанализировано распространение видов, подвидов и разновидностей мохообразных на территории Восточной Европы, более чем для 1000 видов мохообразных построены карты их распространения [6].

**Цель исследования** – установить таксономическую структуру зеленых мхов гербарных материалов коллекции мохообразных кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина.

**Материалы и методы.** Проанализированы гербарные материалы коллекции мохообразных кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина, подготовленные студентами и преподавателями в период учебных практик, при выполнении дипломных и курсовых работ. Образцы мхов собраны на территории Брестской области (Брестский, Малоритский, Кобринский районы) и г. Бреста. Таксономическую структуру анализировали в соответствии с изданием «Флора Беларуси. Мохообразные» [1].

**Результаты исследования.** Подкласс *Bryidae*, или зеленые мхи, является крупнейшим среди листостебельных мхов и насчитывает около 29 000 видов во флоре Земли. На территории Восточной Европы произрастает 1296 видов, подвидов и разновидностей мохообразных, из которых к подклассу зеленые мхи относится 934 вида [6]. Представители подкласса распространены по всему земному шару и занимают разнообразные субстраты. Во флоре Беларуси зеленые мхи играют ведущую роль в составе мохового покрова лесов, болот, лугов [1]. Наибольшее разнообразие зеленых мхов характерно для сосновых сообществ, которые получили наибольшее распространение в Беларуси, и в частности в Брестской области.

В гербарных материалах коллекции кафедры ботаники и экологии представлены образцы 37 видов зеленых мхов, относящихся к 25 родам, 16 семействам, 8 порядкам (рисунок).

<p><b>1 <u>Polytrichales</u> Fleisch.</b>  <b>1.1 <u>Polytrichaceae</u></b>  Schwaegr.  • <i>Polytrichum</i> Hedw.  • <i>Atrichum</i> P. Beauv.</p>	<p><b>2 <u>Funariales</u> Fleisch.</b>  <b>2.1 <u>Funariaceae</u></b> Bruch  et Schmer.  • <i>Funaria</i> Hedw.</p>	<p><b>3 <u>Pottiales</u> Fleisch.</b>  <b>3.1 <u>Pottiaceae</u></b>  Schimp.  • <i>Tortula</i> Hedw.  <b>3.2 <u>Cinclidotaceae</u></b>  Schimp.  • <i>Cinclidotus</i> P.  Beauv.</p>	<p><b>4 <u>Grimmiales</u> M.Fleisch.</b>  <b>4.1 <u>Grimmiaceae</u></b> Arnott.  • <i>Grimmia</i> Hedw.  • <i>Racomitrium</i> Brid.</p>
<p><b>5 <u>Dicranales</u></b>  <b>H.Philib. ex M.Fleisch.</b>  <b>5.1 <u>Ditrichaceae</u></b>  Limpr.  • <i>Ceratodon</i> Brid.  <b>5.2 <u>Dicranaceae</u></b> Schimp.  • <i>Paraleucobryum</i> (Lindb.) Loeske  • <i>Dicranum</i> Hedw.  • <i>Orthodicranum</i> Loeske  <b>5.2 <u>Leucobryaceae</u></b>  Scimp.  • <i>Leucobryum</i> Hampe</p>	<p><b>6 <u>Bryales</u> Limpr.</b>  • <b>6.1 <u>Bryaceae</u></b>  Schwaegr.  • <i>Pohlia</i> Hedw.  • <i>Bryum</i> Heddw.  • <i>Rhodobryum</i> (Scimp)  Limpr.  <b>6.2 <u>Mniaceae</u></b>  Schwaegr.  • <i>Plagiomnium</i> T. Kop.  • <i>Pseudobryum</i> (Kindb.) T.Kop.</p>	<p><b>7 <u>Leucodontales</u></b>  Scimp/  <b>7.1 <u>Hedwigiaceae</u></b>  Shimp.  <i>Hedwigia</i> P. Beauv.  <b>7.2 <u>Climaciaceae</u></b>  Kindb.  • <i>Climacium</i> Web. et Mohr.</p>	<p><b>8 <u>Hypnales</u> Dumort.</b>  <b>8.1 <u>Thuidiaceae</u></b> Schimp.  • <i>Abietinella</i> C. Muell.  <b>8.2 <u>Brachytheciaceae</u></b>  Schimp.  • <i>Brachythecium</i> Schimp.  <b>8.3 <u>Hypnaceae</u></b> Schimp.  • <i>Hypnum</i> Hedw.  • <i>Ptilium</i> De. Not.  <b>8.4 <u>Hylocomiaceae</u></b> (Broth.)  Fleisch.  • <i>Pleurozium</i> Mitt.  • <i>Hylocomium</i> Schip. in  B.S.G.</p>

Рисунок – Таксономический состав зеленых мхов в коллекции кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина

Наибольшим количеством видов представлены порядки *Dicranales* H. Philib. ex M. Fleisch. (восемь видов), *Hypnales* Dumort. (восемь видов), *Bryales* Limpr. (восемь видов), *Grimmiales* M. Fleisch. (пять видов). Относительно представленности семействами лидирует порядок *Hypnales* Dumort., который включает четыре семейства. Три семейства включает порядок *Dicranales* H. Philib. ex M. Fleisch. По два семейства представлены в порядках *Pottiales* Fleisch., *Bryales* Limpr., *Leucodontales* Scimp. По одному семейству включают порядки *Polytrichales* Fleisch., *Funariales* Fleisch., *Grimmiales* M. Fleisch.

Наиболее репрезентативно в коллекции представлено семейство *Dicranaceae* Schimp., которое включает шесть видов, относящихся к трем родам (*Paraleucobryum* (Lindb.) Loeske, *Dicranum* Hedw., *Orthodicranum* Loeske), и семейство *Bryaceae* Schwaegr., которое включает пять видов, относящихся к трем родам (*Pohlia* Hedw., *Bryum* Heddw., *Rhodobryum* (Scimp) Limpr.).

Наибольшим количеством видов в коллекциях представлен род *Dicranum* Hedw. (четыре вида), однако это составляет только 44 % от общего количества видов указанного рода во флоре Беларуси.

Роды зеленых мхов, являющиеся во флоре Беларуси монотипными, такие как *Ptilium* De. Not., *Pleurozium* Mitt., *Hylocomium* Schip. in B.S.G., *Climacium* Web. et Mohr., *Abiartinella* C. Muell., *Hedwigia* P. Beauv., *Funaria* Hedw., представлены в изученной коллекции.

Таким образом, таксономический анализ гербарных материалов коллекции мохообразных кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина показал, что в коллекции представлены восемь из 14 порядков зеленых мхов. Акцент фонда бриологического гербария сделан на зеленых мхах, распространенных в сосновых сообществах, являющихся основной лесной формацией в Беларуси.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Тэхналогія, 2004. – Т. 1 : Andreaeopsida – Bryopsida / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский. – 2004. – 437 с.
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: И. М. Качановский [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
3. Шабета, М. С. Мохообразные хвойных лесов Беларуси: таксономия, биоморфология, экология, биоиндикация, география, созология / М. С. Шабета, Г. Ф. Рыковский, В. И. Парфенов. – Saarbrücken : Lap Lambert Academic Publishing, 2016. – 175 с.

4. Мохообразные национального парка «Припятский» (эволюционный аспект, таксономия, экология, жизненные стратегии) / Г. Ф. Рыковский [и др.]. – Минск : Белорус. Дом печати, 2010. – 160 с.

5. Рыковский, Г. Ф. Мохообразные Березинского биосферного заповедника / Г. Ф. Рыковский. – Минск : Наука и техника, 1980. – 136 с.

6. Масловский, О. М. Эколого-географические закономерности формирования бриофлористических комплексов на территории Беларуси в системе бриофлор Восточной Европы : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.01 / О. М. Масловский ; Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. – Минск, 2023. – 36 с.

### [К содержанию](#)

УДК 595.78-789

#### **А. В. СОСНА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ (ТОПИЧЕСКИЕ) ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, RHOPALOCERA) ВОРОНОВСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Актуальность.** Представители отряда Lepidoptera играют важную роль в функционировании луговых экосистем и являются важнейшим экологическим показателем состояния окружающей среды.

**Цель** – выявление особенностей экологических (топических) характеристик чешуекрылых, обитающих на северо-западе Беларуси (Вороновский район Гродненской области).

**Материалы и методы.** Сбор материала проводили в мае – августе 2022–2023 гг. на территории Вороновского района. В качестве мест исследования выбрали три биотопа: **Б1** – травостой вдоль озера в г. п. Вороново; **Б2** – разнотравный луг вблизи парка в г. п. Вороново; **Б3** – луг в д. Вайкунцы (Вороновский район). В качестве основного метода сбора материала применяли кошение энтомологическим сачком. Для идентификации видов и оценки экологических характеристик использовали соответствующие ключи и описания, а также справочные материалы, размещенные на специализированных интернет-ресурсах [2; 3].

**Результаты исследований.** За период исследования выявили 20 видов чешуекрылых, относящихся к чебтырем семействам: Lycaenidae, Nymphalidae, Pieridae, Satyridae.

1. Проанализирована биотопическая структура, которая отражает разнообразие взаимосвязей фауны дневных чешуекрылых с системой наиболее предпочитаемых занимаемых местообитаний.

2. Гигро-преферендум определяли как предпочтение вида к определенной степени увлажненности местообитания.

3. Уровень биотопической избирательности отражает степень привязанности вида к тем или иным биотопам.

4. Сукцессионно-динамический статус – это характеристика, которая отражает реакцию вида на условия биотопов [1].

Указанные видовые экологические характеристики приведены в таблице.

Таблица – Экологические (топические) характеристики чешуекрылых (Lepidoptera) Вороновского района Гродненской области

Название вида	Экологические (топические) характеристики чешуекрылых (Lepidoptera)				
	Тип биотопической преференции	Биотопическая группа	Гигро-преферендум	Уровень биотопической избирательности	Сукцессионно-динамический статус
Семейство Nymphalidae – Нимфалиды					
<i>Aglais io</i>	Луго-лесной	Широко-опушечно-лугово-лесная	Мезофил	Эвритоп	Резисто-акресцент
<i>Aglais urticae</i>	Луговой	Широко-лесорудерально-луговая	Мезо-ксерофил	Эвритоп	Акресценто-интрант
<i>Apatura ilia</i>	Лесной	Неморально-лесная	Мезофил	Умеренный эвритоп	Декресцент
<i>Arachnia levana</i>	Луго-лесной	Широко-опушечно-лугово-лесная	Мезофил	Эвритоп	Резисто-акресцент
<i>Nymphalis antiopa</i>	Лесной	Широко-лесная	Мезофил	Эвритоп	Резисто-декресцент
<i>Pararge aegeria</i>	Лесной	Неморально-лесная	Мезофил	Умеренный стенотоп	декресцент
<i>Vanessa atalanta</i>	Луго-лесной	Широко-лугово-лесная	Мезо-ксерофил	Эвритоп	Резисто-акресцент
Семейство Pieridae – Белянки					
<i>Anthocharis cardamines</i>	Луго-лесной	Долинно-влажно-опушечно-лугово-лесная	Гигро-мезофил	Резисто-акресцент	Умеренный эвритоп
<i>Colias hyale</i>	Луговой	Широко-сухо-лугово-полевая	Мезо-ксерофил	Акресценто-интрант	Эвритоп

Продолжение таблицы

<i>Gonepteryx rhamni</i>	Лесной	Широко-опушечно-лесная	Мезофил	Резисто-акресцент	Эвритоп
<i>Leptidea sinapis</i>	Луговой	Широко-опушечно-луговая	Мезофил	Умеренный акресцент	Умеренный эвритоп
<i>Pieris brassicae</i>	Луговой	Широко-сухо-лугово-полевая	Мезофил	Акресценто-интрант	Эвритоп
<i>Pieris napi</i>	Луговой	широко-лесо-лугово-полевая	Мезофил	Акресцент	Эвритоп
<i>Pieris rapae</i>	Луговой	широко-лесо-лугово-полевая	Мезо-ксерофил	Акресценто-интрант	Эвритоп
Семейство Lycaenidae – Голубянки					
<i>Lycaena virgaurea</i>	Луговой	Широко-опушечно-луговая	Мезо-ксерофил	Умеренный эвритоп	Умеренный акресцент
<i>Polyommatus icarus</i>	луговой	Широко-сухо-луговая	Мезо-ксерофил	Эвритоп	Акресцент
Семейства Satyridae – Бахатницы					
<i>Aphantopus hyperanthus</i>	Лугово-лесной	Широко-лугово-лесная	Мезофил	Умеренный эвритоп	Умеренный акресцент
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Луговой	Широко-сухо-луговая	Мезо-ксерофил	Эвритоп	Акресцент
<i>Maniola jurtina</i>	Луговой	Широко-сухо-опушечно-луговая	Мезо-ксерофил	Умеренный эвритоп	Умеренный акресцент
<i>Melanargia galathea</i>	Луговой	Остепненно-пастбищно-луговая	Мезофил	Умеренный стенотоп	Акресцент

**Заключение.** Таким образом, рассмотрены и проанализированы такие экологические характеристики чешуекрылых, как биотопический преферендум, степень биотопической избирательности, гидро-преферендум и сукцессионно-динамический статус. Согласно полученным данным по биотопической преференции, фауна чешуекрылых формируется из представителей лугового (11), луго-лесного (5) и лесного (4) комплексов. Более половины видов фауны характеризуется преобладанием эвритопных (в узком смысле) видов.

По отношению к влажности виды были подразделены на следующие группы: мезофилы (11), мезо-ксерофилы (9), гидро-мезофил (1). Анализ сукцессионно-динамических стратегий чешуекрылых показал, что основную

роль в составе региональной фауны играют четыре наиболее представленных видами группы. Это акресценто-интранты (около 26 %), акресценты (24 %), умеренные акресценты (24 %), резисто-акресценты (29 %).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаховский, Д. А. Экологическая характеристика дневных чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Удмуртии. Тематический аспект / Д. А. Адаховский // Вестн. Удмурт. ун-та. Серия: Биология. Науки о земле. – 2014. – № 4. – С. 44–55.

2. Бабочки Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lepidoptera-g2n.weebly.com/>. – Дата доступа: 20.02.2024.

3. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных / Р. М. Городничев [и др.]. – Якутск : Изд-во СВФУ, 2019. – 94 с.

#### [К содержанию](#)

УДК 581.821

#### **А. И. СТАНИСЛАВЕЦ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

#### **ВЛИЯНИЕ ТЕТРАСУКЦИНАТА 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА НА НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.) СОРТА ЛИДИЯ**

**Актуальность.** В Республике Беларусь широко выращиваются различные злаковые культуры, в том числе и овес посевной. Он является ценной однолетней культурой, так как используется как компонент корма для сельскохозяйственных животных, а также для производства различных полезных пищевых продуктов для человека, входящих в состав пищи для здорового питания. Эта культура не предъявляет особых требований к плодородию почв и климатическим условиям. Овес – достаточно холодоустойчивая культура. Оптимальная температура для появления всходов составляет 15–19 °С, хотя прорасти семена начинают уже при 2–3 °С. Овес в целом является влаголюбивой культурой, но благодаря хорошо развитой корневой системе он лучше некоторых других зерновых переносит весеннюю засуху. Критическим в потреблении влаги является период от выхода в трубку до выметывания. Овес также плохо реагирует на летние воздушные

засухи: они способствуют замедлению процессов генеративного развития, снижению озерненности метелки и продуктивности растения в целом. Засуха в фазе цветения способствует формированию стерильных метелок. Засуха в фазе восковой спелости приводит к повышению содержания в нем сахаров и других углеводов, которые не успевают превращаться в крахмал. Также овес может повреждаться грибковыми заболеваниями, что отрицательно сказывается на его урожайности.

Сейчас для повышения устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды, в том числе недостатку влаги и различным заболеваниям, можно применять брассиностероиды – вещества, часть из которых сравнительно недавно выделили в отдельный класс фитогормонов, регулирующих активность других гормонов и поэтому играющих очень важную роль в развитии растений [1]. Они ускоряют рост растений, повышают количество фотосинтетических пигментов, обладают выраженной протекторной активностью, и их применение в определенных условиях приводит к повышению урожайности [2]. Их свойства изучались и в БрГУ имени А. С. Пушкина, в том числе и на овсе посевном, и полученные результаты лабораторных и полевых экспериментов были отражены в монографии [3].

В настоящее время синтезированы их конъюгаты с органическими кислотами, рострегулирующие свойства которых только начали изучаться, в том числе и в БрГУ имени А. С. Пушкина.

**Цель** – анализ влияния тетраэтилового тетраацетата 24-эпикастастерона (далее – ТС) на начальные этапы роста и развития овса посевного для оценки возможности его использования в сельском хозяйстве.

**Материалы и методы.** Тест-объектом исследования являлся овес посевной (*Avena sativa* L.) районированного среднеспелого сорта Лидия зернофуражного направления. Предмет исследования – влияние на всхожесть, рост и развитие растворов ТС при замачивании семян в этих растворах в спектре концентраций от  $10^{-7}$  до  $10^{-11}$  М на 5 часов. Проращивание овса производили рулонным методом согласно ГОСТ 12038-84 [4]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel по П. Ф. Рокицкому [5].

**Результаты и обсуждение.** Растворы ТС в концентрациях  $10^{-7}$ – $10^{-11}$  М оказали разнонаправленное влияние на изучаемые показатели в зависимости от используемой концентрации. Так, достоверное положительное влияние на энергию прорастания семян оказали растворы с концентрациями  $10^{-9}$  и  $10^{-10}$  М, а отрицательное – доза  $10^{-7}$  М (рисунок). Но на всхожесть положительно повлияли растворы с концентрациями  $10^{-8}$  и  $10^{-9}$  М, а в остальных вариантах достоверных отличий от контроля не наблюдалось.

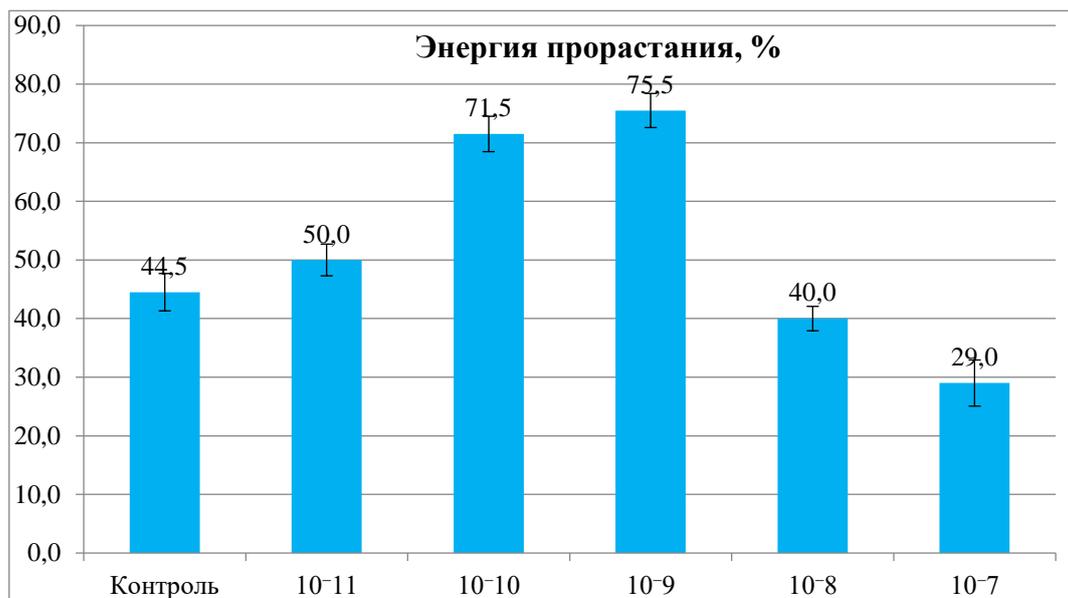


Рисунок – Влияние растворов тетраСУКЦИНАТА на энергию прорастания овса посевного сорта Лидия, % (в концентрации  $10^{-11}$ – $10^{-7}$ )

Последние результаты в значительной мере совпадали с влиянием ТС на высоту проростков: ее достоверно повысило применение растворов тех же концентраций, но в максимальной используемой концентрации наблюдалось ее достоверное снижение, что коррелировало с энергией прорастания. Массу проростков достоверно повысило замачивание семян в растворах с концентрациями  $10^{-8}$  и  $10^{-9}$  М, а при применении раствора с концентрацией  $10^{-7}$  М наблюдалось уменьшение этого показателя, но оно было недостоверным. Остальные исследуемые дозы ТС вызывали увеличение массы по сравнению с контролем проростков, но оно также было недостоверным.

Действие тетраСУКЦИНАТА на корневую систему не совпадало с его влиянием на надземную часть. Так, на длину корешка недостоверное отрицательное влияние оказал раствор с концентрацией  $10^{-7}$  М, а во всех остальных вариантах эффект был положительным, причем максимальным он был при использовании раствора с концентрацией  $10^{-8}$  М, тогда как доза  $10^{-9}$  М оказала очень слабое и недостоверное воздействие, хуже, чем дозы  $10^{-10}$  и  $10^{-11}$  М. Массу корешков достоверно увеличили растворы в трех концентрациях ( $10^{-10}$ ,  $10^{-9}$  и  $10^{-8}$  М), но в максимальной степени – наиболее низкая из трех приведенных выше концентраций.

**Заключение.** Таким образом, в результате скрининговых исследований рострегулирующей активности ТС лучшие результаты по одним показателям показали растворы в концентрациях  $10^{-8}$  и  $10^{-9}$  М, по другим –  $10^{-10}$  М. Действие ТС в максимальной используемой дозе было

или негативным, или позитивным, но недостоверным. Поэтому для сравнения рострегулирующей активности с 24-эпикастастероном и полевого эксперимента было решено использовать все три концентрации его конъюгата с янтарной кислотой ( $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  и  $10^{-10}$  М).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
3. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.
4. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.07.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 29 с.
5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

#### [К содержанию](#)

УДК 595.768

#### **Д. В. СТРУЦКАЯ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

#### **СТАЦИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖУКОВ СЕМЕЙСТВА CHRYSOMELIDAE ЗАПАДНОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ**

**Актуальность.** Изучение видового разнообразия имеет огромное экологическое значение. Так как жуки-листоеды являются ключевыми компонентами экосистем, познание их видового разнообразия помогает понять и сохранить биологическое равновесие в природе. Многие жуки-листоеды являются вредителями сельскохозяйственных культур. Изучение их видового разнообразия помогает в разработке методов контроля и обеспечения урожайности.

Все эти факторы подчеркивают важность изучения и поддержания разнообразия жуков-листоедов для здоровья экосистем и сельского хозяйства.

**Цель** – исследование видового состава и распределения жуков-листоедов, а также их экологических групп в западном регионе Беларуси.

**Материалы и методы.** Для исследований выбрали четыре биотопа: два биотопа в г. Гродно и два биотопа в Пружанском районе Брестской области (аг. Линово).

Биотоп 1 – Коложский парк, расположенный на холме правого берега р. Неман. Основу биотопа составляют лиственные породы деревьев с преобладанием местных пород: *Acer platanoides*, *Populus alba*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, *Betula pendula*. В связи с постоянным скашиванием травянистый покров постоянно обновляется.

Биотоп 2 – лесопарк «Румлево», расположенный на холме левого берега р. Неман. Основу биотопа составляют лиственные породы деревьев: *Acer platanoides*, *Populus alba*, *Ulmus laevis*, *Populus tremula*. Травянистый покров представлен видами семейств Роасеае, Ариасеае, Plantaginaceae, Brassicaceae.

Биотоп 3 – полиагроценоз, расположенный на территории аг. Линово Пружанского района Брестской области. Основу биотопа составляет разнотравье с преобладанием видов семейств Роасеае, Plantaginaceae, Fabaceae, Solanaceae.

Биотоп 4 – парк аг. Линово. Основу биотопа составляет разнотравье с преобладанием видов семейств Роасеае, Plantaginaceae и лиственные породы деревьев: *Acer platanoides*, *Populus alba*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, *Betula pendula*.

Для сбора использовали метод кошения с использованием энтомологического сачка и ручной сбор на растительности. Для умерщвления пойманных насекомых применялась морилка. После этого экземпляры размещали на ватные пласти [1]. Для установления видовой принадлежности использовали [2].

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований биотопов в период с мая по август 2023 г. определены следующие виды жуков-листоедов (таблица).

Таблица – Список видов жуков-листоедов исследуемых биотопов западного региона Беларуси

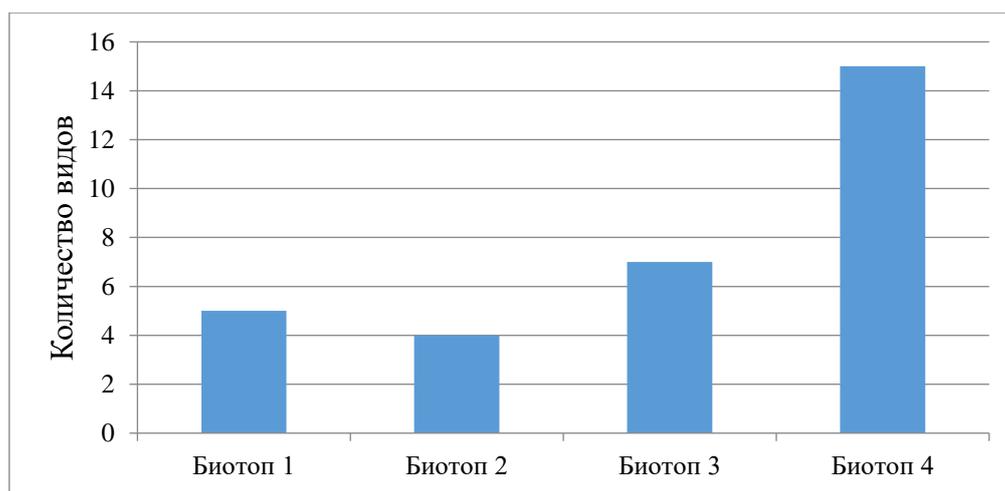
Вид	Биотоп			
	1	2	3	4
Подсемейство Alticinae				
<i>Aphthona euphorbiae</i> (Schrank, 1781)	+	+	+	+
<i>Altica lythri</i> (Aubé, 1843)	–	+	+	+
Подсемейство Cassidinae				
<i>Cassida flaveola</i> (Thunberg, 1794)	+	–	–	+
<i>Cassida sanguinosa</i> (Suffrian, 1844)	+	–	–	+
Подсемейство Chrysomelinae				
<i>Chrysolina fastuosa</i> (Scopoli, 1763)	+	–	–	–

Продолжение таблицы

<i>Chrysomela tremula</i> (Fabricius, 1787)	–	–	–	+
<i>Chrysolina polita</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	+
<i>Chrysolina varians</i> (Schaller, 1783)	–	–	–	+
<i>Chrysomela herbacea</i> (Duftschmid, 1825)	–	–	–	+
<i>Chrysolina sturmi</i> (Westhoff, 1882)	–	–	–	+
Подсемейство Clytrina				
<i>Labidostomis tridentata</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	+
<i>Smaragdina salicina</i> (Scopoli, 1763)	–	–	–	+
Подсемейство Criocerinae				
<i>Crioceris duodecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	–
<i>Lilioceris merdigera</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	–
<i>Oulema gallaeciana</i> (Heyden, 1870)	–	+	+	+
<i>Oulema melanopus</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	+
Подсемейство Galerucinae				
<i>Galeruca tanacetii</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	+
<i>Neocrepidodera femorata</i> (Gyllenhal, 1813)	+	+	–	+
Итого	5	4	7	15

Примечание – 1 – Коложский парк; 2 – лесопарк «Румлево»; 3 – полиагроценоз, расположенный на территории аг. Линово; 4 – парк аг. Линово.

Анализ данных показывает, что наибольшее количество видов хризомелид встречается в луговых экосистемах, что объясняется трофическими связями с кормовыми растениями (рисунок 1). В лесных зонах количество видов обычно меньше из-за предпочтения листоедами открытых биотопов. Они чаще встречаются на лесных опушках, просеках и окраинах, избегая густых древостоев.



1 – Коложский парк; 2 – лесопарк «Румлево»; 3 – полиагроценоз, расположенный на территории аг. Линово; 4 – парк аг. Линово

Рисунок 1 – Распределение листоедов по исследованным биотопам

Разнообразие жуков-листоедов исследуемых территорий относится к открытоживущим филлобионтам. Среди них можно выделить хортобионтов и дендробионтов – 83 и 17 % соответственно (рисунок 2).

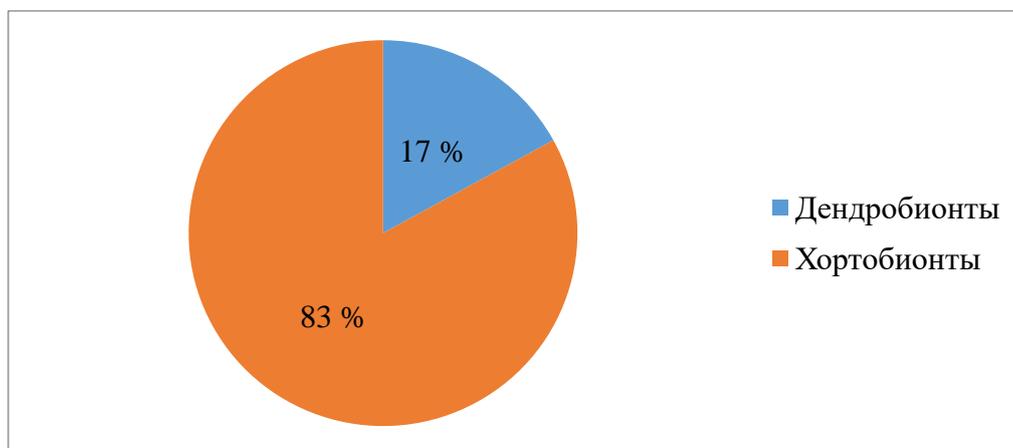


Рисунок 2 – Жизненные формы жуков-листоедов

**Заключение.** За период исследования в 2023 г. в четырех биотопах выявлены 18 видов жуков-листоедов, относящихся к шести подсемействам и 12 родам. Абсолютно постоянным является только один вид – *Aphthona euphorbiae*, который отмечен на всех четырех исследованных участках. Три вида – *Altica lythri*, *Oulema gallaeciana* и *Neocrepidodera femorata* – выявлены в трех из четырех биотопов. Четыре вида – *Cassida sanguinosa*, *Labidostomis tridentata*, *Oulema melanopus* и *Cassida flaveola* – выявлены в двух из четырех биотопов. Остальные виды – *Chrysolina fastuosa*, *Chrysolina tremula*, *Chrysolina polita*, *Chrysolina varians*, *Chrysolina herbacea*, *Chrysolina sturmi*, *Smaragdina salicina*, *Crioceris duodecimpunctata*, *Lilioceris merdigera*, *Galeruca tanacetii* – выявлены только в одном из исследованных биотопов. Пять видов подсемейства *Chrysomelinae* из шести встречаются только в биотопе 4 – парк аг. Линово: *Chrysolina tremula*, *Chrysolina polita*, *Chrysolina varians*, *Chrysolina herbacea*, *Chrysolina sturmi*.

Из них к хортобионтам относятся 15 видов, а к дендробионтам три – *Chrysolina tremula*, *Labidostomis tridentate* и *Smaragdina salicina*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных : учеб. пособие для ун-тов / К. К. Фасулати. – Минск : Вышш. шк., 1971. – С. 126–129.
2. Лопатин, И. К. Насекомые Беларуси: листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae) : монография / И. К. Лопатин, О. Л. Нестерова. – Минск : Технопринт, 2015. – 294 с.

[К содержанию](#)

**Е. А. ТАРАНЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

## **ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ НА ПЛОДОВИТОСТЬ F1 ЛИНИИ BERLIN *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** Кадмий – мягкий ковкий и тягучий переходный металл с серебристо-белым оттенком. Отличается особой устойчивостью. В условиях повышенной влажности на его поверхности образуется пленка оксида, препятствующая дальнейшему окислению.

Основное техническое применение кадмия заключается в антикоррозионном покрытии металлов и в линиях высоковольтных передач. Употребление в ювелирном деле основано на способности придавать изделиям из драгоценных металлов различные оттенки. Кадмиевые электроды используют в кислотных и щелочных аккумуляторах.

Металлический кадмий не обладает токсическими свойствами. Соединения же кадмия независимо от их агрегатного состояния ядовиты. По своей токсичности кадмий аналогичен ртути или мышьяку. Менее растворимые соединения действуют в первую очередь на дыхательные пути, а более растворимые поражают ЦНС, вызывают дегенеративные изменения во внутренних органах и нарушают фосфорно-кальциевый обмен [1].

В окружающую среду данный токсичный металл попадает при сжигании и переработке материалов, его содержащих, особенно изделий из пластмасс, куда он добавляется для прочности.

При мониторинге ряда онтогенетических процессов часто используют вид мух *Drosophila melanogaster*. Дрозофилы отличаются небольшим периодом развития (10–14 дней), высокой плодовитостью (от 100 до 175 потомков от одной пары особей), малым числом хромосом ( $2n = 8$ ), наличием в клетках слюнных желез личинок дрозофилы политенных хромосом, удобством разведения в лабораторных условиях и большим числом легко различимых изученных признаков [2].

**Цель** – оценить биологическое действие ионов кадмия на плодовитость имаго в F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *Drosophila melanogaster* из коллекции кафедры зоологии, генетики и химии БрГУ имени А. С. Пушкина. Это дикая линия, все гены нормальные. В качестве источника ионов кадмия использовался нитрат кадмия в трех концентрациях – ПДК, 10 ПДК, 100 ПДК. Мухи развивались

на стандартной питательной среде. Далее к 4,5 мл питательной среды добавлялось 0,5 мл раствора. В баночках с контролем ионы кадмия отсутствовали. В пенициллиновые баночки помещали по две пары самок и самцов. Культивирование происходило при 23 °С. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 [3]. Подсчет мух проводился ежедневно в течение 14 суток. Полученные данные обрабатывались методами вариационной статистики, оценка достоверности отличий дана при помощи t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследований.** Результаты анализа влияния ионов кадмия на плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster* представлены на рисунке 1. Статистически достоверных отличий при сравнении численности особей в контроле и трех разных ПДК не выявлено.

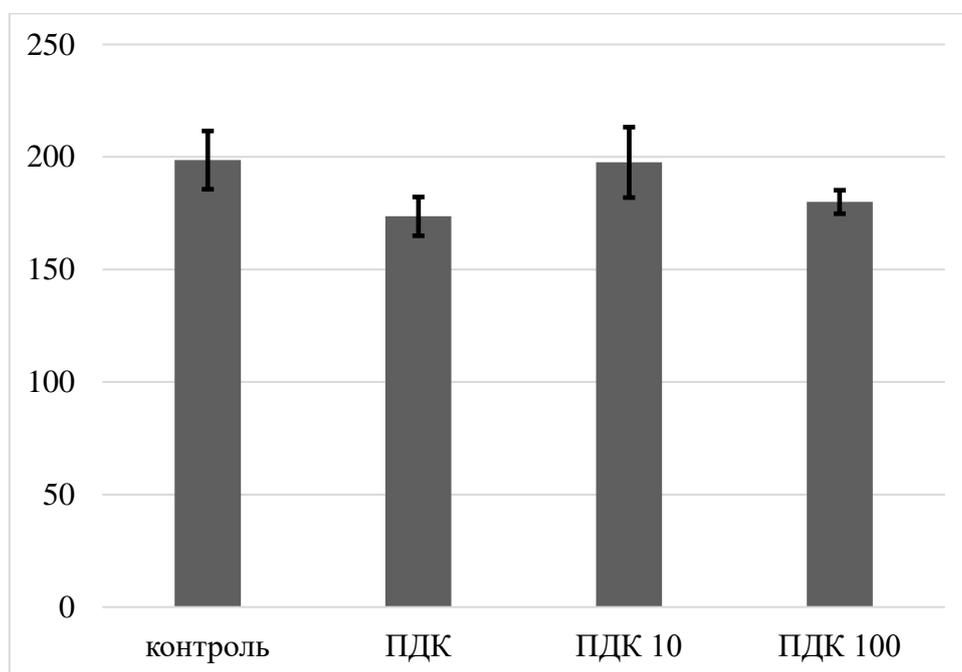


Рисунок 1 – Численность F1 линии Berlin *Drosophilamelanogaster*

Сравнение воздействия различных концентраций нитрата кадмия на развитие культуры F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster* между собой также не выявило статистически значимых отличий. Таким образом, воздействие ионов кадмия в различных концентрациях не оказывает существенного влияния на численность особей в культуре F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

В ходе анализа результатов влияния ионов кадмия на численность самок и самцов (рисунок 2) статистически достоверных отличий при сравнении количества самцов во всех вариантах воздействия не выявлено. Воздействие ионов кадмия в ПДК приводит к уменьшению количества

самок по сравнению с контролем. В других случаях сравнения достоверных отличий в численности самок не выявлено.

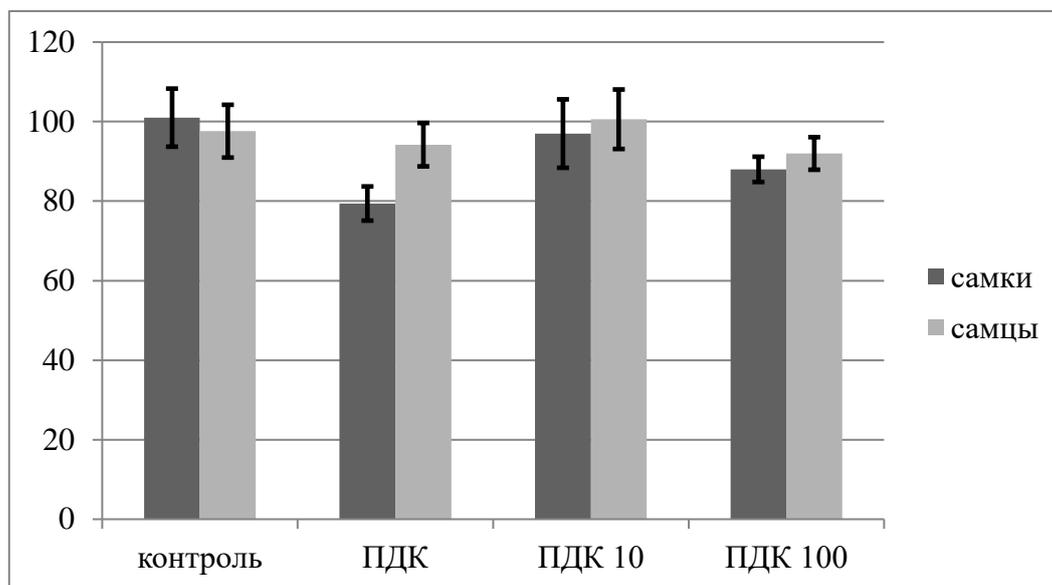


Рисунок 2 – Численность самок и самцов в F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

Как видно из рисунка 2, воздействие различными концентрациями нитрата кадмия не приводит к изменению соотношения полов в культуре F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*, однако в варианте ПДК наблюдается тенденция к увеличению численности самцов по отношению к численности самок.

**Выводы.** В результате эксперимента было установлено, что воздействие заданными концентрациями ионов кадмия в течение одного поколения не оказывает существенного влияния на численность особей в культуре F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster* и не приводит к изменению соотношения полов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитическая химия кадмия / Д. П. Щербов, М. А. Матвеец ; гл. ред. А. П. Виноградов ; Акад. наук СССР, Ин-т геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского. – М. : Наука, 1973. – С. 11–18.
2. Генетика на лету: введение в модельную систему дрозофилы / Карен Дж. Хейлз [и др.] // Генетика. – 2015. – Т. 201, № 3. – С. 815–842.
3. Медведев, Н. Н. Практическая генетика / Н. Н. Медведев. – М. : Наука, 1968. – 294 с.

[К содержанию](#)

**В. М. ТАРАСЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ  
АЗОТА ФИЛИАЛАМИ РУП «БРЕСТЭНЕРГО» ЗА ПЕРИОД  
2020–2022 ГГ.**

**Актуальность.** Состояние окружающей среды является одним из основных параметров, которые характеризуют уровень и качество жизни населения. С развитием цивилизации и научно-технического прогресса, бурным ростом объемов производства и его отходов проблемы взаимоотношения между природой и обществом все более обостряются. Одним из факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой, является загрязнение атмосферного воздуха. По этой причине состояние и состав атмосферного воздуха должны находиться под постоянным мониторингом.

В качестве объектов были выбраны филиалы РУП «Брестэнерго»: Барановичские тепловые сети (Барановичская ТЭЦ, далее – БарТЭЦ), Брестские тепловые сети (Брестская ТЭЦ, далее – БрТЭЦ), Пинские тепловые сети (Пинская ТЭЦ, далее – ПинТЭЦ; Лунинецкая ТЭЦ, далее – ЛунТЭЦ).

РУП «Брестэнерго» было создано в мае 1954 г. В настоящий момент «Брестэнерго» – сложный технологический комплекс, включающий электростанции, котельные, электрические и тепловые сети. РУП «Брестэнерго» обеспечивает производство, передачу, распределение и реализацию электрической и тепловой энергии [1].

**Цель** – провести анализ и выполнить обработку данных валовых выбросов оксида азота (II) и оксида азота (IV) за период 2020–2022 гг. филиалами РУП «Брестэнерго», выявить общую динамику выбросов оксида азота (II) и оксида азота (IV) в атмосферу.

**Материалы и методы.** В качестве материалов исследования использовались данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, предоставленные филиалами РУП «Брестэнерго» за период 2020–2022 гг., а также литературные источники и нормативные документы, находящиеся в открытом доступе. В качестве методов исследования применялась статистическая обработка данных.

**Результаты исследования.** Оксид азота (II) (NO) выбрасывается в составе выхлопных газов транспортных средств, а также при сжигании угля, нефти, дизельного топлива и природного газа, особенно на электростанциях. Он также выделяется фабриками, сигаретами, газовыми плитами,

керосиновыми обогревателями, дровяными котлами. Оксид азота (II) также является парниковым газом, который способствует глобальному потеплению [2]. Количество выбросов NO представлено в таблице.

Таблица – Количество выбросов оксида азота (II) и оксида азота (IV) за период 2020–2022 гг., т/год

Год	БарТЭЦ		БрТЭЦ		ПинТЭЦ		ЛунТЭЦ	
	NO	NO <sub>2</sub>						
2020	39,427	242,695	22,828	140,474	35,427	218,140	14,187	87,308
2021	39,852	245,207	16,427	101,474	34,319	211,792	12,126	74,740
2022	35,541	218,374	15,242	93,797	29,108	179,116	9,783	60,200

Отмечена общая закономерность изменения количества выбросов NO: в 2020–2022 гг. происходит постепенное уменьшение количества выбросов NO (рисунок).

В период с 2020 по 2022 г. среднее уменьшение количества выбросов монооксида азота составляет: на БарТЭЦ 4,870 % (с 2020 по 2021 г. увеличение на 1,066 %, с 2021 по 2022 г. уменьшение на 10,818 %); на БрТЭЦ 17,627 % (с 2020 по 2021 г. на 28,040 %, с 2021 по 2022 г. – 7,214 %); на ПинТЭЦ 9,156 % (с 2020 по 2021 г. на 3,128 %, с 2021 по 2022 г. – 15,184 %); на ЛунТЭЦ 16,925 % (с 2020 по 2021 г. на 14,527 %, с 2021 по 2022 г. – 19,322 %). Наибольшее количество выбросов монооксида азота зафиксировано на БарТЭЦ, наименьшее – на ЛунТЭЦ.

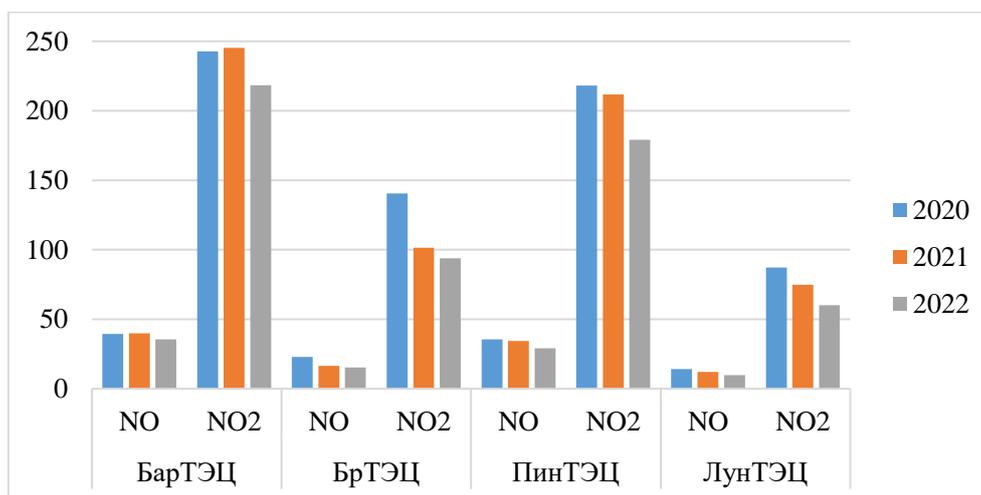


Рисунок – Динамика количества выбросов оксидов азота (II) и (IV) за период 2020–2022 гг., т/год

Диоксид азота, оксид азота (IV) ( $\text{NO}_2$ ) – газ бурого цвета с резким и удушливым запахом. Диоксид азота является токсичным, а на солнечном свете конвертирует в оксид азота (II) с выделением озона, участвующего в образовании фотохимического смога. Одновременные выбросы оксидов азота и серы обуславливают выпадение кислотных дождей [3].

Количество валовых выбросов  $\text{NO}_2$  представлено в таблице.

Наблюдается общая закономерность изменения количества выбросов  $\text{NO}_2$  за период 2020–2022 гг.: происходит постепенное уменьшение числа выбросов диоксида азота (рисунок).

На БарТЭЦ среднее уменьшение составляет 4,954 % (с 2020 по 2021 г. – увеличение на 1,035 %, с 2021 по 2022 г. – уменьшение на 10,943 %). Количество выбросов  $\text{NO}_2$  на БрТЭЦ уменьшается в среднем на 17,665 % (с 2020 по 2021 г. на 27,763 %, с 2021 по 2022 г. – 7,566 %). На подразделениях филиала Пинских тепловых сетей также наблюдается постепенное уменьшение количества выбросов диоксида азота: на ПинТЭЦ в среднем на 9,169 % (с 2020 по 2021г. – на 2,910 %, с 2021 по 2022 г. – на 15,428 %), на ЛунТЭЦ – в среднем на 16,925 % в год (с 2020 по 2021 г. на 14,395 %, с 2021 по 2022 г. –19,454 %). Наибольшее количество выбросов диоксида азота зафиксировано на БарТЭЦ, наименьшее – на ЛунТЭЦ.

**Заключение.** Обработка и анализ представленной информации по выбросам оксидов азота (II) и (IV) филиалами РУП «Брестэнерго» за период 2020–2022 гг. позволяют сделать следующие выводы.

1. Наблюдается следующая общая закономерность изменения количества выбросов оксидов азота (II) и (IV) филиалами РУП «Брестэнерго» в период 2020–2022 гг.: ежегодно происходит постепенное уменьшение количества выбросов  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ .

2. Количество выбросов в атмосферу оксидов азота (II) и (IV) в 2020–2022 гг. не превышает установленных норм. Таким образом, работа исследуемых филиалов предприятия РУП «Брестэнерго» не представляет опасности для жизни и здоровья людей в районе расположения подразделений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брестэнерго [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.brestenergo.by/>. – Дата доступа: 28.02.2024.

2. ООО «Лабораторные измерения и охрана труда» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://laboratoria.by/stati/ox-azota>. – Дата доступа: 28.02.2024.

3. Экология [Электронный ресурс] : справочник. – Режим доступа: <https://ru-ecology.info/term/32501/>. – Дата доступа: 28.02.2024.

[К содержанию](#)

**А. В. ТРЕТЬЯКОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

**РЕСУРСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.  
В ОКРЕСТНОСТЯХ АГ. ЛЕСНАЯ БАРАНОВИЧСКОГО  
РАЙОНА**

**Актуальность.** Объективная оценка данных о текущем состоянии лесных ягодных растений, получаемая в ходе систематических наблюдений, является основой обеспечения устойчивого воспроизводства их ресурсного потенциала в условиях антропогенного воздействия на лесные экосистемы [1]. Основными ресурсообразующими видами растений в Беларуси являются брусника обыкновенная, голубика топяная, клюква болотная, черника обыкновенная [5].

**Цель** – определить урожайность и запасы лекарственного, пищевого сырья брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в лесах окрестностей аг. Лесная Барановичского района.

**Материалы и методы.** В течение вегетационного сезона 2023 г. в лесных фитоценозах окрестностей аг. Лесная Барановичского района описаны четыре места произрастания *Vaccinium vitis-idaea*. Для определения ресурсных характеристик ценопопуляций в пределах пробных площадей были заложены 24 учетные площадки размером 1×1 м, 2×2 м.

Для оценки лекарственного сырья методом модельных экземпляров на учетных площадках подсчитывали число экземпляров *Vaccinium vitis-idaea* на единицу площади, среднюю массу сырья одного растения. При определении урожайности ягод со всей пробной площади собирали средний образец ягод (1000 шт.), взвешивали их по 100 шт. в десятикратной повторности, определяли среднюю массу одной ягоды. Урожайность ягод вычисляли умножением среднего числа ягод на единицу площади, подсчитывая их число на каждой учетной площадке, на среднюю массу одной ягоды. Рассчитывали биологический, эксплуатационный запасы лекарственного и пищевого сырья *Vaccinium vitis-idaea* по верхнему и нижнему пределам урожайности с учетом площади исследованных ценопопуляций [4].

**Результаты исследований.** Брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.) – вечнозеленый кустарничек семейства брусничных (*Vacciniaceae* S.F. Gray) высотой до 30 см, с эллиптическими или овальными кожистыми листьями. Бело-розовые цветки с кувшинчато-колокольчатым венчиком собраны в поникающую однобокую кисть [2; 6; 7].

В качестве лекарственного сырья используют листья брусники *Vaccinii vitis-idaeae folia*, а также побеги; в качестве пищевого сырья – плоды [3].

В средневозрастных сосняках мшистых (состав древостоя 9С1Б, 10С) в окрестностях аг. Лесная Барановичского района описаны четыре ценопопуляции *Vaccinium vitis-idaea* общей площадью 710 м<sup>2</sup>, определены их ресурсные характеристики.

Масса модельных растений *Vaccinium vitis-idaea* первой ценопопуляции (195 м<sup>2</sup>) варьирует от 0,32 до 0,97 г, средняя масса побегов равна 0,71 ± 0,06 г. Урожайность лекарственного сырья на учетных площадках изменяется в пределах от 43,1 до 61,84 г/м<sup>2</sup>, средняя урожайность – 52,81 ± 4,06 г/м<sup>2</sup>. Биологический запас *Vaccinium vitis-idaea* составил 11,88 кг, эксплуатационный запас – 8,72 кг. Средняя урожайность ягод брусники равна 127,1 кг/га. Масса 100 ягод – 16,57–23,05 г, средняя масса одной ягоды – 0,21 ± 0,01 г. Биологический запас плодов *Vaccinium vitis-idaea* – 4,47 кг, эксплуатационный запас – 0,49 кг.

В пределах второй пробной площади размером 240 м<sup>2</sup> масса растений *Vaccinium vitis-idaea* варьировала от 0,67 до 1,7 г, средняя масса равна 1,04 ± 0,06 г. Средняя урожайность лекарственной сырьевой фитомассы составила 98,49 г/м<sup>2</sup>. Биологический запас по сравнению с первой ценопопуляцией *Vaccinium vitis-idaea* достиг более значительной величины – 34,51 кг, эксплуатационный запас – 12,77 кг. Урожайность ягод в среднем составила 96,12 кг/га. Масса 100 ягод в десятикратной повторности изменялась от 19,61 до 22,97 г, средняя масса пробы – 21,26 ± 0,33 г. Биологический запас плодов *Vaccinium vitis-idaea* составил 4,12 кг.

Масса побегов *Vaccinium vitis-idaea* третьей исследованной ценопопуляции (187 м<sup>2</sup>) равна 1,29 ± 0,08 г. Средняя урожайность лекарственного сырья побегов и листьев составила 133,9 г/м<sup>2</sup>, ягод – 58,59 кг/га. Средняя масса 100 ягод брусники – 18,66 ± 0,59 г. Биологический запас растительного сырья и ягод равен 31,96 кг и 1,70 кг.

Средняя масса свежесобранного лекарственного растительного сырья *Vaccinium vitis-idaea* в пределах четвертой пробной площади (88 м<sup>2</sup>) составила 1,69 ± 0,14 г. Средняя урожайность фитосырья – 164,01 ± 24,62 г/м<sup>2</sup>, урожайность ягод – 47,08 ± 4,28 кг/га. Масса пробы 100 ягод брусники в среднем равна 21,41 ± 0,59 г. Биологический запас лекарственного и пищевого сырья составил 18,77 кг и 0,49 кг, эксплуатационный запас – 10,1 кг и 0,34 кг соответственно.

**Заключение.** В сосняках мшистых в окрестностях аг. Лесная Барановичского района общий биологический запас свежесобранного лекарственного растительного сырья исследованных четырех ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* общей площадью 710 м<sup>2</sup> составил 97,12 кг, пищевого

сырья – 10,78 кг; эксплуатационный запас равен 49,71 кг и 1,81 кг. Средняя урожайность побегов с листьями *Vaccinium vitis-idaea* составила 112,3 г/м<sup>2</sup>, урожайность плодов – 82,27 кг/га.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бордок, И. В. Состояние генеративной сферы ресурсобразующих видов ягодных растений на постоянных пунктах наблюдений НСМОС как ведущий показатель прогноза их урожайности и сроков заготовки / И. В. Бордок, И. В. Маховик, Н. В. Волкова // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения чл.-кор. НАН Беларуси Е. А. Сидоровича, Минск, 9–10 марта 2023 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – С. 133–136.

2. Гаммерман, А. Ф. Дикорастущие лекарственные растения СССР / А. Ф. Гаммерман, И. И. Гром. – М. : Медицина, 1976. – 288 с.

3. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.

4. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева [и др.]. – СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

5. Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы / И. В. Бордок [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский, А. В. Судник ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича ; под общ. ред. А. В. Пугачевского, А. В. Судника. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 491 с.

6. Новиков, В. С. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения / В. С. Новиков, И. А. Губанов. – 2-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2004. – 416 с.

7. Определитель растений Белоруссии / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Минск : Выш. шк., 1967. – 872 с.

[К содержанию](#)

**В. С. ФИЛАТОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

**ЛИСТОВОЙ ОРГАНОГЕНЕЗ У МИКРОПОБЕГОВ  
РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЕЖЕВИКИ И МАЛИНЫ ЧЕРНОЙ  
В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

**Актуальность.** Значимость проводимого нами исследования обусловлена тем, что ежевика и черная малина являются малораспространенными культурами, но при этом обладают потенциалом для развития в качестве перспективных садовых растений благодаря своим уникальным характеристикам, включая богатый набор микро- и макроэлементов, а также приспособленности к различным условиям произрастания. Следовательно, для получения требуемого количества и качества посадочного материала необходимо изучить раскрытие морфогенетического потенциала микропобегов данных культур в стерильных условиях культивирования на питательной среде.

**Цель** – оценить интенсивность листового органогенеза у микропобегов различных сортов ежевики и малины черной, культивируемых на питательной среде Мурасиге и Скуга.

**Материалы и методы.** Объектом исследования явились микропобеги ежевики пяти сортов (Коламбия Стар, Джамбо, Карака Блэк, Понка, Свити Пай) и двух сортов малины черной (Нивот, Мангер), которые культивировались на одном типе питательной среды, приготовленной по прописи Мурасиге и Скуга, содержащей полный набор минеральных солей и фитогормоны – гиббереллин и 6-бензиламинопурина в концентрациях 0,5 и 0,1 мг/л.

Культивирование микропобегов проводили в фитотроне при интенсивности освещения 2500 люкс, 16-часовом фотопериоде и температуре 20–22 °С. Частоту формирования листьев регистрировали на начальном этапе эксперимента, а также на 30-е и 60-е сутки. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel.

**Результаты исследования.** В таблице 1 представлена характеристика микропобегов объектов исследования на начальном этапе эксперимента. По показателю «среднее количество листьев в повторности» только у сорта Мангер был наименьший показатель (24,6 шт.), поэтому данный сорт статистически достоверно отличался от сортов Джамбо, Карака Блэк, Коламбия Стар и Свити Пай. Однако рассчитанный показатель «количество листьев на побег» показал, что сорт Мангер достоверно отличался только от сорта

Джамбо. В целом микропобеги всех высаженных сортов имели схожие значения по данному показателю.

Таблица 1 – Характеристика микропобегов различных сортов ежевики на начальном этапе эксперимента

Сорт	Число повторностей	Всего микропобегов, шт.	Среднее количество листьев в повторности, шт.	Количество листьев на побег, шт.
Коламбия Стар	3	16	31,7 ± 3,5 <sup>a</sup>	6,04 ± 0,95
Джамбо	2	10	32,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	6,40 ± 0,20 <sup>a</sup>
Карака Блэк	7	48	32,0 ± 2,0 <sup>a</sup>	4,72 ± 0,36
Понка	2	10	27,0 ± 3,0	5,75 ± 1,75
Свити Пай	2	11	47,0 ± 11,5 <sup>a</sup>	6,7 ± 2,7
Нивот	4	18	28,25 ± 3,77	6,45 ± 1,09
Мангер <sup>a</sup>	5	24	24,6 ± 1,0	5,14 ± 0,18

Примечание – <sup>a</sup> – различия достоверны при  $P \leq 0,05$  между сортами.

В таблице 2 представлены характеристики микропобегов сортов ежевики после диагностики на 30-е и 60-е сутки эксперимента.

Таблица 2 – Характеристика микропобегов различных сортов ежевики на 30-е и 60-е сутки эксперимента

Сорт	Среднее количество листьев в повторности, шт.		Количество листьев на побег, шт.	
	30-е сутки	60-е сутки	30-е сутки	60-е сутки
Коламбия Стар	45,0 ± 3,21 <sup>abc*</sup>	83,33 ± 14,99 <sup>abcd*</sup>	8,57 ± 1,06 <sup>*</sup>	5,56 ± 0,45 <sup>*</sup>
Джамбо	40,0 ± 5,0 <sup>a*</sup>	54,5 ± 0,5 <sup>acde*</sup>	8,0 ± 1,0 <sup>*</sup>	4,07 ± 0,84 <sup>b*</sup>
Карака Блэк <sup>c</sup>	43,14 ± 1,62 <sup>abc*</sup>	85,57 ± 4,66 <sup>abcd*</sup>	6,35 ± 0,29 <sup>b*</sup>	4,42 ± 0,41 <sup>b*</sup>
Понка <sup>a</sup>	23,0 ± 4,0	23,0 ± 2,5 <sup>c</sup>	4,96 ± 1,79	4,72 ± 0,88
Свити Пай <sup>d</sup>	27,0 ± 12,0	25,0 ± 9,0 <sup>b</sup>	7,38 ± 2,38	5,58 ± 2,02
Нивот <sup>c</sup>	32,5 ± 4,1	37,75 ± 5,39 <sup>a</sup>	7,49 ± 1,39	6,0 ± 0,6
Мангер <sup>b</sup>	34,8 ± 1,7 <sup>a*</sup>	49,6 ± 2,93 <sup>abd*</sup>	7,25 ± 0,18	7,03 ± 0,58 <sup>c</sup>

Примечание – <sup>a, b, c, d, e</sup> – различия статистически значимы при  $P \leq 0,05$  между сортами в пределах одних и тех же суток и обозначены одинаковыми буквами; \* – различия статистически значимы при  $P \leq 0,05$  между 30-ми и 60-ми сутками эксперимента у одного сорта.

На 30-е сутки эксперимента у сортов Понка и Свити Пай отмечено снижение значений по сравнению с начальным этапом эксперимента, что свидетельствует о слабом листовом органогенезе, по-видимому, из-за пониженной адаптации микропобегов после пассирования на питательную среду. Так, сорт Понка по данному показателю значительно отличался от сортов Карака Блэк (на 20,14 шт.), Коламбия Стар (на 22,0 шт.), Джамбо

(на 17,0 шт.) и Мангер (на 11,8 шт.), которые отличались высокой интенсивностью листообразования. Также выявлено, что сорт Мангер достоверно отличался от Коламбия Стар (на 10,2 шт.) и Карака Блэк (на 8,34 шт.), а сорт Нивот статистически значимо отличался от сортов Коламбия Стар (на 12,5 шт.) и Карака Блэк (на 10,64 шт.) соответственно. Однако по показателю «количестве листьев на побег» на 30-е сутки эксперимента только микропобеги сортов Мангер и Карака Блэк имели статистически значимое различие. Сорт Понка характеризовался самым низким значением по данному показателю (4,96 шт.), однако статистически значимые различия не были установлены из-за высокой ошибки среднего значения.

На 60-е сутки эксперимента сохранились статистически значимые различия между сортами, как и на 30-е сутки эксперимента по показателю «среднее количество листьев на побег»: сорт Понка имел статистически более низкие значения по сравнению с сортами Карака Блэк, Коламбия Стар, Джамбо, Мангер, а также с сортом Нивот. Также были выявлены статистически значимые отличия сорта Нивот от сортов Коламбия Стар, Карака Блэк и Джамбо. Кроме того, по данному показателю сорт Свити Пай существенно отличался от сортов Коламбия Стар, Джамбо, Карака Блэк и Мангер. Сорт Мангер достоверно отличался от сортов Коламбия Стар и Карака Блэк. Достоверные различия также были установлены между сортами Карака Блэк и Джамбо. По показателю «количество листьев на побег» только микропобеги сорта Мангер достоверно отличались от сортов Карака Блэк и Джамбо.

Статистически значимые различия при  $P \leq 0,05$  между 30-ми и 60-ми сутками эксперимента по показателю «среднее количество листьев на побег» были установлены у сортов Коламбия Стар, Джамбо, Карака Блэк и Мангер, по показателю «количество листьев на побег» только у первых трех названных сортов. Следует отметить, что данные сорта характеризовались увеличением среднего количества листьев в повторности на протяжении эксперимента, что указывает на активный листовой органогенез. Однако у этих сортов наблюдалось снижение облиственности побегов к 60-м суткам эксперимента, что связано с инициацией формирования боковых побегов. Таким образом, можно отметить, что для характеристики интенсивности листового органогенеза у микропобегов в условиях *in vitro* важны два показателя – «среднее количество листьев на побег» и «количество листьев на побег».

[К содержанию](#)

**Э. А. ЧАЙЧИЦ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «РОСТМОМЕНТ»  
НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ОВСА НА ПОЧВЕ  
ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ГЕРБИЦИДОМ «БОКСЕР-КЭ»**

**Актуальность.** Одним из наиболее существенных факторов, сдерживающих рост производства продукции земледелия, является засоренность посевов. Современные гербициды позволяют успешно снижать вредоносность сорных растений, однако отмечено их неоднозначное действие на сохранение урожайности культуры. Раскрытие и уменьшение такой вероятности – одна из первостепенных задач в исследованиях с гербицидами [1].

Влияние гербицидов на культурные растения многосторонне и предполагает поиск новых, научно обоснованных приемов, направленных на сохранение урожая сельскохозяйственных культур. Это может быть достигнуто использованием специальных технологий защиты урожая от нежелательных воздействий гербицидов с применением адсорбентов, физиологически активных веществ [2]. В связи с этим для решения этой проблемы наметилась тенденция использования регуляторов роста растений, направленных на улучшение показателей прорастания семян на фоне применения гербицидов. Методика предпосевного замачивания семян направлена на повышение всхожести семян и энергии их прорастания.

**Цель** – оценить в лабораторных условиях биологическую активность регулятора роста растений «Ростмомент» при замачивании прорастающих семян овса посевного (*Avena sativa* L.) сорта Лидия с последующим прорастанием на почве, обработанной гербицидом «Боксер-КЭ».

**Материалы и методы.** Объекты исследования – регулятор роста растений природного происхождения «Ростмомент» (производитель ОАО «Дрожжевой комбинат», Республика Беларусь; действующее вещество – дрожжи р. *Saccharomyces* и продукты их метаболизма: аминокислоты (11,1 %), N – 4,55 %, P – 0,05 %, Mg – 0,07 % + микроэлементы) и гербицид довсходовой обработки «Боксер-КЭ» (производитель фирма «Сингента», Швейцария, действующее вещество – просульфокarb, 5 мл/л). Предмет исследования – биологическая активность «Ростмомента» как протектора токсического действия гербицида «Боксер-КЭ». Тест-объект – овес посевной (*Avena sativa* L.) сорта Лидия, районированный для всех областей Республики Беларусь [3].

Материалы исследования – растворы гербицида и препарата «Ростмомент» (0,5 г/л). Фитотестирование проводили в чашках Петри диаметром 9 см, куда помещали по 50 г почвы («Торфогрунт универсальный. Фаско»). Почва равномерно увлажнялась и при помощи распылителя обрабатывалась следующими вариантами растворов (по 3 мл): 1) контроль (вода); 2) раствор гербицида (0,05 л/м<sup>2</sup>) и 3) растворы гербицида для семян, обработанных «Ростмоментом».

Влажную обработанную почву накрывали фильтровальной бумагой и размещали на нее по 20 семян овса. Экспозиция семян в растворах – 2 часа. Повторность опытов – трехкратная. Семена проращивали в термостате при температуре 23 ± 0,2° С.

Критерии оценки биологической активности – лабораторная всхожесть семян (согласно СТБ 1073-97) [4], длина зародышевых корешков и их сухая масса, фитотоксичность (100 % × (контроль-опыт) / контроль). Фитотоксичность почвы оценивалась как ингибирование морфометрических показателей на 20 % и более. Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследования.** Анализ лабораторной всхожести прорастающих семян овса на различных вариантах почвенных образцов, как видно из таблицы, показал, что по отношению к контролю добавление в почву гербицида не вызывало достоверно значимого изменения показателя. Однако в опыте с предварительным замачиванием семян в растворе «Ростмомента» и последующим проращиванием на почве с «Боксер-КЭ» всхожесть снижалась на 46,67 % относительно контроля.

Таблица – Влияние растворов регулятора роста «Ростмомент», гербицида «Боксер-КЭ» и их комбинации на всхожесть семян, рост и массу зародышевых корешков овса полевого сорта Лидия

Критерии оценки		Варианты опыта		
		Контроль	«Боксер-КЭ»	«Боксер-КЭ» + «Ростмомент»
Всхожесть, X ср. ± m, %		76,67 ± 5,77	75,00 ± 4,33	30,00 ± 5,00*
Количество корешков в семени, X ср. ± m		3,37 ± 0,30	2,73 ± 0,52	2,78 ± 0,44
Длина зародышевых корешков	X ср. ± m, мм	62,02 ± 9,70	6,57 ± 1,60*	8,17 ± 2,23*
	фитотоксичность, %	0	89,40	86,90
Сухая масса 100 зародышевых корешков	X ср. ± m, мг	100,65 ± 5,27	15,85 ± 5,93*	13,98 ± 7,17*
	фитотоксичность, %	0	74,15	86,11

Примечание – \* – достоверно при уровне значимости p < 0,05.

По количеству корней, которые формировались на 7-е сутки в среднем в одном семени, в опытах отсутствовали достоверные различия с контролем, однако наблюдалась тенденция к уменьшению показателя при использовании гербицида.

Из таблицы видно, что добавление в почву гербицида значительно ингибировало рост зародышевых корешков, что выражалось в высокой фитотоксичности (89,40 %) данной почвы. Предварительное замачивание семян в «Ростмоменте» оказало небольшое протекторное воздействие на рост корешков в условиях обработанной гербицидом почвы (средняя длина на 24,35 % была выше, чем в опыте с «Боксер-КЭ»), однако фитотоксичность почвы оставалась высокой, и по отношению к контролю длина корешков была меньше на 86,90 %.

После высушивания корешков было установлено, что сухая масса 100 корешков в опыте с использованием гербицида была достоверно выше массы из опыта «гербицид + “Ростмомент”», т. е. корешки во втором варианте оказались более тонкими и длинными. При этом фитотоксичность почв достигала 74,15 и 86,11 % соответственно.

**Заключение.** В результате проведенных исследований было установлено, что предпосевное замачивание семян овса сорта Лидия в регуляторе роста растений «Ростмомент», содержащем продукты метаболизма дрожжей р. *Saccharomyces*, не снизило фитотоксичности почвы, обработанной гербицидом «Боксер», так как длина зародышевых корешков, их масса и количество оставались на уровне опыта с использованием гербицида, при этом всхожесть семян резко снижалась. Это свидетельствовало о неэффективности использования «Ростмомента» как биопротектора при посеве в содержащие гербицид «Боксер-КЭ» почвы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворянкин, Е. А. Причины повышения фитотоксичности гербицидов на растения сахарной свёклы / Е. А. Дворянкин // Сахарная свёкла. – 2006. – № 5. – С. 36–40.
2. Дворянкин, Е, А. Устойчивость сахарной свеклы и других культур в севообороте к воздействию гербицидов : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Е. А. Дворянкин ; ВНИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова. – Рамонь, 2003. – 40 с.
3. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: [https://www.sorttest.by/gosudarstvennyu\\_reyestr\\_2020.pdf](https://www.sorttest.by/gosudarstvennyu_reyestr_2020.pdf). – Дата доступа: 09.03.2024.
4. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.

[К содержанию](#)

**П. А. ЧЕКЕЛЬ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

## **ДОЗОРЩИК ИМПЕРАТОР (*ANAX IMPERATOR*) – НОВЫЙ ВИД ФАУНЫ СТРЕКОЗ Г. ГРОДНО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ**

**Актуальность.** Евроазиатский вид *Anax imperator* (Leach, 1815), представитель подотряда Anisoptera, семейства Aeshnida, включен во второе издание Красной книги Республики Беларусь (III категория). На территории Республики Беларусь вид очень редок, обнаружен только в северных районах страны, но известны единичные находки на озерах Нарочанской и Браславской групп [1]. Предпочитает хорошо прогреваемые пойменные водоемы, окруженные лугами. Населяет стоячие или болотистые водоемы различного типа и размера, по большей части с хорошо развитой водной или прибрежной растительностью. Можно встретить по берегам небольших прудов и других стоячих и слабопроточных заросших водоемов [2].

**Цель** – установление видового состава стрекоз (отряд *Odonatoptera*) на территории Гродно и его окрестностей.

**Материалы и методы.** Для исследований выбрали четыре биотопа: 1 – пруд биологической очистки ОАО «Гродненский мясокомбинат»; 2 – Гожское озеро; 3 – участок р. Гожанки, притока р. Неман; 4 – искусственный водоем возле д. Гумбачи. Исследования проводили в период с мая по сентябрь 2022–2023 гг. Сбор имаго проводили энтомологическим сачком, а идентификацию по определителям и специализированным интернет-порталам [4–6].

**Результаты исследования.** В ходе выполнения исследования в 2022 г. выявили новое место обитания краснокнижного вида *Anax imperator*, Leach, 1815 (рисунок 1) в исследуемом биотопе 1 – пруд биологической очистки ОАО «Гродненский мясокомбинат».



Рисунок 1 – *Anax imperator*

Пруд биологической очистки ОАО «Гродненский мясокомбинат» расположен в северном промышленном районе г. Гродно (рисунок 2). Вдоль берега произрастают различные древесные породы: *Salix* sp (Salisb, 1796), *Populus tremula* (Linnaeus, 1753). Доминирующими травянистыми видами растений на данном биотопе являются *Typha latifolia* (Linnaeus, 1753), *Aegopodium podagraria* (Linnaeus, 1753), *Schoenoplectus lacustris* (Linnaeus, 1888), *Urtica dioica* (Linnaeus, 1753), также была отмечена большая видовая численность представителей семейства Poaceae.

В наземно-воздушной среде исследуемого биотопа в прибрежной зоне нами были отмечены следующие представители беспозвоночной фауны: паукообразные из класса *Arachnida* – *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1757), *Araneus diadematus* (Clerck, 1757), *Phalangium opilio* (Linnaeus, 1758), насекомые (класс *Insecta*) *Inachis io* (Linnaeus, 1758), *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758), *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775), *Chironomus* sp. (Meigen, 1803), а также представители отрядов Ephemeroptera и Diptera; моллюски (класс *Gastropoda*) *Helix pomatia* (Linnaeus, 1758), *Succinea putris* (Linnaeus, 1758). В водной среде биотопа – пруда биологической очистки ОАО «Гродненский мясокомбинат» были обнаружены представители насекомых (класс *Insecta*) *Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758), *Notonecta glauca* (Linnaeus, 1758), *Gerridae* sp. (Leach, 1815) и моллюски класса *Gastropoda* – *Lymnaea palustris* (Lamarck, 1799), *Anisus vortex* (Linnaeus, 1758), *Viviparus* sp. (Linnaeus, 1758), *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758), которые могут являться кормовой базой нимфы стрекоз.

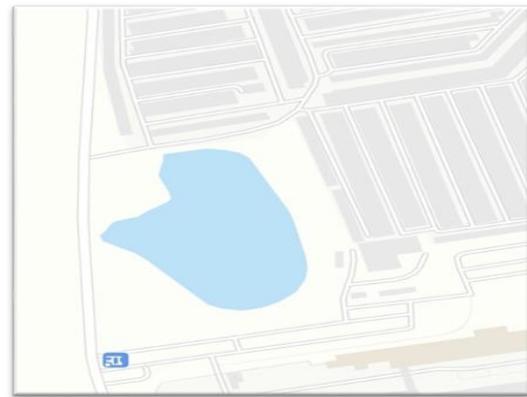


Рисунок 2 – Пруд биологической очистки  
ОАО «Гродненский мясокомбинат»

Взрослая особь *Anax imperator* (Leach, 1815) имеет крупный размер – 66–84 мм, длина брюшка 49–61 мм. Грудь ярко-зеленая, брюшко у самца светло-синее, сверху с широкой, выемчатой, по краям черной продольной полосой; у самки брюшко зеленое, с бурой полосой [1]. Брюшко имеет

неровную толстую черную полосу вдоль вершины сегментов II–X. Перепоночка двуцветная, с белым основанием и серой вершиной. Костальная жилка желтая; птеростигмы коричневые. У неполовозрелых особей брюшко бледно-зеленое с коричневым. Глаза соприкасаются друг с другом на некотором отрезке. Лоб зеленый, в основании с крупным черным пятиугольным пятном. Темная полоска на верхней поверхности лба снаружи от голубой поперечной перевязи очень узкая, или имеются лишь ее следы. Крылья прозрачные, длиной 50 мм, заднее крыло 45–51 мм. Крыловая пластинка контрастной серо-белой окраски. Ноги в основном черные с длинными шипами, из которых в полете складывается «корзиночка» для ловли насекомых. Часто летает со свисающим брюшком. При посадке принимают вертикальную позу также со свисающим вниз брюшком. Лет стрекозы начинается с середины июня по октябрь [2; 4; 5]. Имаго – активные хищники. Цикл развития 3–4 года.

В биотопе 1 – пруд биологической очистки ОАО «Гродненский мясокомбинат» был обнаружен один половозрелый экземпляр ♂ *Anax imperator* 04.07.2022.

**Заключение.** Выявлено новое место обитания краснокнижного вида *Anax imperator*, имеющего III категорию охраны в Республике Беларусь, в биотопе 1 – пруд биологической очистки ОАО «Гродненский мясокомбинат». К естественным лимитирующим факторам в распространении вида *Anax imperator* в биотопе 1 можно отнести температурный режим пруда, конкуренцию со стрекозами вида *Aeshna caerulea*, *A. isosceles*, качество воды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды, Нац. акад. наук Беларуси ; гл. ред. Г. П. Пашков (гл. ред.) [и др.] ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. – 2-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл., 2006. – 320 с.
2. Стрекозы Беларуси (Odonata of Belarus) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://odonata.weebly.com/>. – Дата доступа: 04.03.2022.
3. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных : учеб. пособие для ун-тов / К. К. Фасулати. – М. : Высш. шк., 1971. – 424 с.
4. Онишко, В. В. Стрекозы России : ил. атлас-определитель / В. В. Онишко, О. Э. Костерин. – М. : Фитон XXI, 2021. – 480 с.
5. Определитель насекомых европейской части СССР : учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов / Б. М. Мамаев, Л. П. Медведев, Ф. Н. Правдин. – М. : Просвещение, 1976. – 304 с.

[К содержанию](#)

**А. В. ШВАЙКО**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

**ДЕЙСТВИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТА  
С ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ  
ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH.)  
СОРТА ВЛАДА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Актуальность.** Для Беларуси гречиха посевная является ценной культурой в сельскохозяйственном производстве, так как имеет богатый белковый состав, который необходим для нормальной жизнедеятельности организма. Но сложность возделывания гречихи посевной в Республике Беларусь заключается в низкой урожайности и неустойчивости к низким температурам.

В настоящее время для повышения урожайности и устойчивости к абиотическим факторам среды применяют brassinosterоиды – вещества, относящиеся к классу фитогормонов, которые играют значительную роль в развитии растений [0]. Они контролируют форму листьев и рост корней, повышают устойчивость высших растений к биотическим и абиотическим условиям [0]. В БрГУ имени А. С. Пушкина рострегулирующие свойства brassinosterоидов широко изучались на разных культурах, в том числе и на гречихе посевной различных сортов [0]. Для повышения эффективности действия brassinosterоидов синтезированы их конъюгаты с различными органическими кислотами, в том числе и янтарной. Биологическая активность этих конъюгатов изучена очень слабо. Поэтому в БрГУ имени А. С. Пушкина в рамках выполнения финансируемой НИР ГПНИ начато исследование биологической активности конъюгатов brassinosterоидов с кислотами, и уже получены первые результаты.

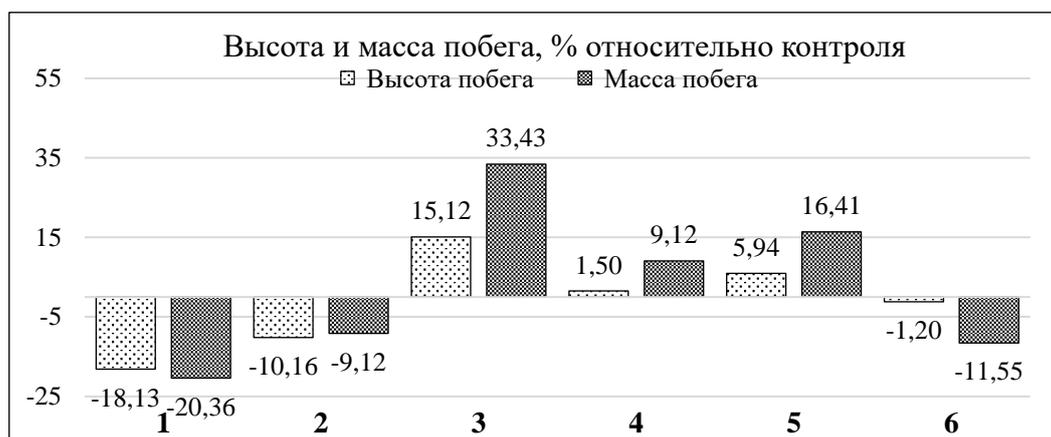
**Цель** – анализ влияния тетра-эпикастастерона (далее – ТС) на начальные этапы роста и развития гречихи посевной в сравнении с самим 24-эпикастастероном (далее – ЭК) для оценки возможности его использования в сельском хозяйстве.

**Материалы и методы.** Как тест-объект для исследования использовали гречиху посевную (*Fagopyrum esculentum* Moench.) диплоидного детерминантного районированного сорта Влада [0]. Предмет исследования – анализ влияния на ее всхожесть, рост и развитие растворов ЭК и ТС в спектре концентраций от  $10^{-8}$  до  $10^{-10}$  М. Проращивание гречихи производили в лабораторных условиях в почвогрунте. Для проведения исследования производилось замачивание семян гречихи на 5 часов в растворах исследуемых

стероидных соединений, а затем посев в вегетационных сосудах (пластиковые горшки) в подготовленную почву. В каждый горшок сеяли по пять семян, на каждый вариант использовали четыре сосуда, распределенные рендомизированно. Таким образом, с учетом контроля общее количество сосудов составило 28 шт., по 10 и 8 в пластиковом поддоне. Гречиху выращивали в лабораторных условиях до появления цветочных бутонов. По завершении эксперимента проводили определение высоты побегов, длины корней и массы растений. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel по П. Ф. Рокицкому [0].

**Результаты и обсуждение.** На основе анализа результатов проведенного на предыдущем этапе скрининга биологической активности тетраэтиксукцината 24-эпикастастерона рулонным методом в широком спектре концентраций ( $10^{-11}$ – $10^{-7}$  М) были подобраны три наиболее перспективные дозы этого препарата для проведения дальнейших исследований в почвогрунте. Для оценки его влияния на морфометрические показатели и содержание фотосинтетических пигментов в листьях гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Влада было исследовано действие растворов на нее самого ЭК и ТС в трех концентрациях –  $10^{-10}$ ,  $10^{-9}$  и  $10^{-8}$  М.

Результаты анализа морфометрических параметров вегетационного опыта показали, что оба препарата оказали на них неоднозначное влияние. Так, раствор ЭК в концентрации  $10^{-10}$  М с максимальной степенью достоверности уменьшил высоту проростков на 18,1 %, а их массу – на 20,4 %, но различие с контролем во втором случае из-за большой погрешности было недостоверным (рисунок 1).



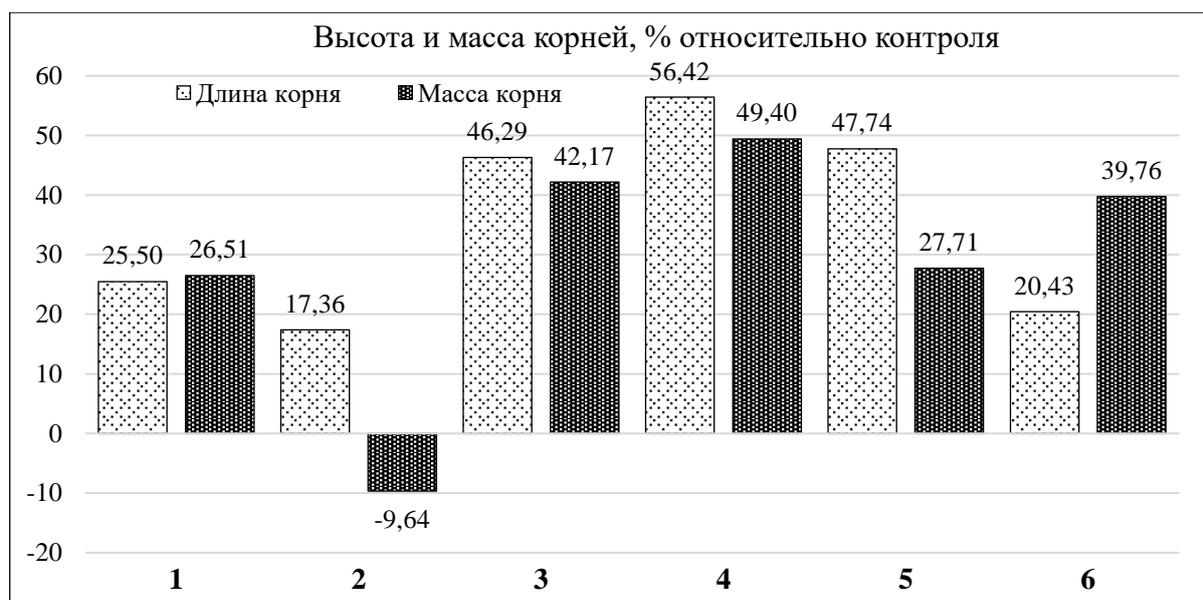
1 – ЭК,  $10^{-10}$  М; 2 – ЭК,  $10^{-9}$  М; 3 – ЭК,  $10^{-8}$  М; 4 – ТС,  $10^{-10}$  М;  
5 – ТС,  $10^{-9}$  М; 6 – ТС,  $10^{-8}$  М

Рисунок 1 – Влияние 24-эпикастастерона и его тетраэтилсукцината на высоту и массу надземной части гречихи посевной сорта Влада, % относительно контроля

В средней используемой дозе ( $10^{-9}$  М) наблюдалось более слабое подавление – на 10,2 и 9,1 % соответственно, достоверное только для высоты побегов. И только применение раствора с концентрацией  $10^{-8}$  М приводило к значительному и достоверному увеличению обоих показателей на 15,1 и 33,4 % соответственно.

Раствор тетраэтиксукцината в минимальной используемой дозе ( $10^{-10}$  М) вызвал незначительное и недостоверное повышение показателей (на 1,5 и 9,1 % соответственно). Более выраженное стимулирующее влияние оказала средняя доза ( $10^{-9}$  М), при которой наблюдалось достоверное увеличение обоих показателей на 5,9 и 16,4 % соответственно. Раствор с концентрацией  $10^{-8}$ , наоборот, уменьшил значение обоих показателей на 1,2 и 11,6 % соответственно, при этом разница с контролем была недостоверной.

Более сильное стимулирующее влияние обоих препаратов проявилось при их действии на корневую систему. Растворы ЭК увеличили длину корней во всех вариантах, но наиболее значимо с  $P \leq 0,01$  – при дозе  $10^{-8}$  М (на 46,3 % по отношению к контролю с водой). На близкое значение – 42,2 % – с такой же достоверностью увеличилась и их масса (рисунок 2).



1 – ЭК,  $10^{-10}$  М; 2 – ЭК,  $10^{-9}$  М; 3 – ЭК,  $10^{-8}$  М; 4 – ТС,  $10^{-10}$  М;  
5 – ТС,  $10^{-9}$  М; 6 – ТС,  $10^{-8}$  М

Рисунок 2 – Влияние 24-эпикастастерона и его тетраэтиксукцината на высоту и массу подземной части гречихи посевной сорта Влада, % относительно контроля

Раствор с минимальной концентрацией ЭК действовал примерно наполовину слабее – повышение показателей составило 25,5 и 26,5 % соответственно, но различия с контролем были достоверными только для длины корешков.

При использовании средней дозы длина корней увеличивалась на 17,4 %, а их масса уменьшалась на 9,5 %, но различия с контролем были недостоверными для обоих показателей. Раствор тетраэдрона ЭК проявил максимальное стимулирующее и достоверное действие на оба показателя в минимальной дозе  $10^{-10}$  М, увеличив длину и массу корней на 56,4 и 49,4 % соответственно, но максимальная достоверность наблюдалась только для длины корешков.

При применении средней концентрации ТС действие ослабевало и значения уменьшались до 47,4 и 27,7 % соответственно, и отличие от контроля также было достоверным только для длины корней. Раствор с концентрацией  $10^{-8}$  М увеличивал оба показателя на 20,4 и 39,8 % соответственно, и здесь разница с контролем была достоверной только для массы корней.

**Заключение.** В результате скрининговых исследований рострегулирующей активности ЭК и ТС лучшие результаты показал ТС. По всему комплексу анализируемых показателей он оказал положительное рострегулирующее влияние на гречиху посевную, но по одним показателям максимальный эффект проявился при использовании раствора в концентрации  $10^{-9}$  М, а по другим –  $10^{-10}$  или  $10^{-8}$  М. Действие ЭК на гречиху посевную в максимальной используемой дозе было негативным, а в двух других – позитивным, но выраженным слабее. Конъюгат ЭК с янтарной кислотой в вегетационном опыте с использованием почвогрунта проявил более выраженное стимулирующее влияние на подземную, а не надземную часть гречихи, и при этом максимальное при использовании самой низкой дозы. Поэтому для полевого эксперимента решено использовать все три концентрации обоих препаратов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.
2. Кароза, С. Э. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.
3. Государственный реестр сортов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sorttest.by/gosudarstvennyuy-reyestr-sortov-2022>. – Дата доступа: 29.11.2023.

5. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.07.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 29 с.

6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

### [К содержанию](#)

УДК 631.427

**Я. И. ШТОП**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд с.-х. наук, доцент

## **СПОСОБНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ Г. БРЕСТА К РАЗЛОЖЕНИЮ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

**Актуальность.** Процесс разложения органического вещества является важным неотъемлемым звеном мирового биогеохимического круговорота элементов. Ферментативное разложение целлюлозы осуществляется при помощи целлюлозного комплекса, состоящего из бактерий, микроскопических грибов и актиномицетов. В условиях возросшей антропогенной нагрузки на биосферу планеты почва, являясь элементом природной городской системы и находясь в динамичном равновесии со всеми другими компонентами, подвергается деградационным процессам. Микробиота, биохимические параметры почвы, ее биологическая активность под влиянием антропогенного воздействия изменяются в первую очередь, поэтому считаются наиболее чувствительными к загрязнению показателями состояния почвенного покрова [1].

**Материалы и методы.** Отбор почвенных образцов производился в 2022–2023 гг. на территории г. Бреста. Смешанный образец составлялся из пяти точечных проб, взятых на глубину 0–20 см. Для исследования были отобраны 11 почвенных образцов, из которых семь относились к мониторинговым точкам национальной системы мониторинга окружающей среды, а пять – к территориям заводов. В качестве контроля выступила почва культурного агрозема с установленным содержанием загрязняющих веществ ниже уровня ПДК. Отбор почвенных образцов производился методом конверта и маршрутным методом в зависимости от характера исследуемой территории.

Метод эксперимента – аппликационный [2]. Предварительно взвешенную неотбеленную льняную ткань (10×5 см) пришивали к полимерной пленке. Пленку стерилизовали спиртом, а ткань проглаживали утюгом. Подготовленную льняную пластинку помещали в кювету с почвенным образцом, придавливая почвой так, чтобы льняная пластинка была полностью покрыта почвой. Время аппликации составило один месяц, после чего полотно извлекали, отмывали от почвы и продуктов разложения, доводили до воздушно-сухого состояния и взвешивали. По убыли в весе судили об интенсивности процесса разрушения целлюлозы. Повторность опыта трехкратная.

**Результаты исследования.** В результате проведенной работы было установлено, что интенсивность разложения целлюлозы в большинстве исследованных почв была существенно ниже выявленной в почве культурного агрозема, используемого в качестве контроля. Так, наиболее интенсивное разложение целлюлозы была выявлено в почвенном образце, взятом на территории ОАО «Брестский радиотехнический завод», где зафиксировано снижение массы льняной пластинки на 32,3 %, что составило 60 % от значения в контроле (рисунок).

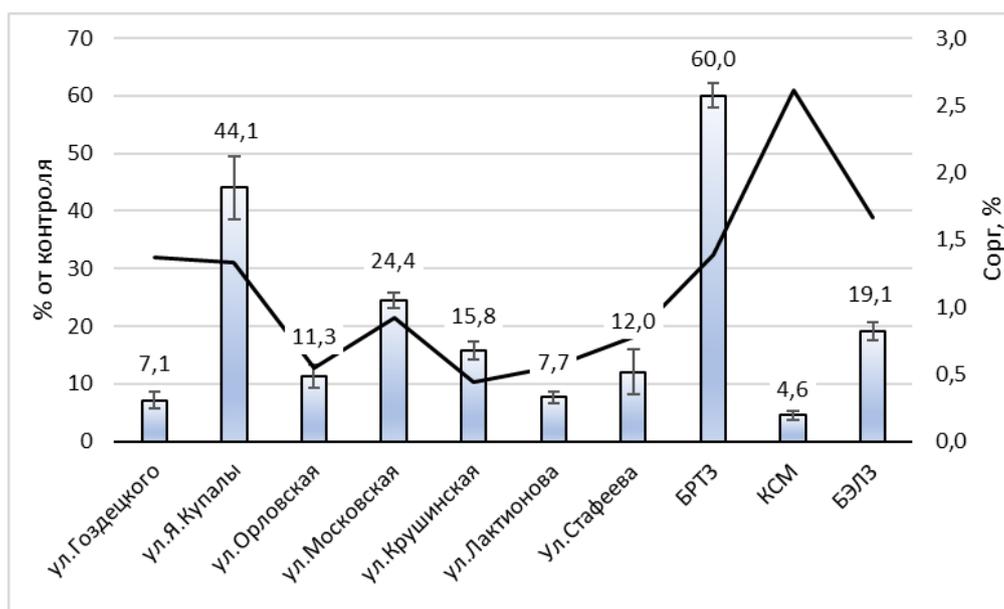


Рисунок – Целлюлозолитическая активность и содержание органического вещества в некоторых почвах г. Бреста

Очень низкая целлюлозолитическая способность (–2,45 % от исходной массы аппликации) была выявлена в почвенном образце с территории ОАО «Брестский комбинат строительных материалов», что может указывать на крайне неблагоприятное экологическое состояние данной

территории. Несколько более высокая активность целлюлозного комплекса выявлена в условиях почв ОАО «Брестский электроламповый завод»: убыль целлюлозы составила 10,27 %, или относительно контроля 19,1 %. В целом убыль целлюлозы в почвах исследованных заводских территорий г. Бреста составила 15 % и согласно шкале Д. Г. Звягинцева [2] определялась как слабая.

Почвы мониторинговых точек, используемых в работе, относились к придорожным территориям с различной интенсивностью движения автомобильного транспорта. Анализ полученных данных показывает крайне низкую интенсивность разложения целлюлозы почвами придорожных территорий. Так, наиболее значительное ингибирование деятельности целлюлозолитического пула микроорганизмов мы отмечали в почвенных образцах с улицы Гоздецкого ( $3,8 \pm 0,76$  %) и улицы Лактионова в окрестностях центральной городской больницы (рисунок). Необходимо учитывать, что территориально комбинат строительных материалов располагается в конце ул. Гоздецкого. Видимо, это послужило одним из факторов низкой целлюлозолитической способности почвы на данной мониторинговой точке даже с учетом очень низкой интенсивности движения автомобильного транспорта (168 авт/ч). Интенсивность движения по улице Янки Купалы была значительно выше (1476 авт/ч), однако и разложение целлюлозы происходило в данном почвенном образце значительно более интенсивно. Тем не менее в целом по исследованным придорожным почвам прочной связи между данными показателями выявлено не было ( $r = 0,52$ ).

Следует также принять во внимание, что почвы заводских территорий были более обеспечены почвенным органическим веществом в сравнении с придорожными. Содержание органического углерода в них составило в среднем 1,9 и 0,9 % соответственно. При этом между содержанием гумуса и целлюлозолитической способностью заводских почв корреляционная связь хоть и была сильной, но носила отрицательный характер ( $r = -0,84$ ). Связь этих же показателей в придорожных почвах уже была умеренной и положительной ( $r = 0,46$ ).

**Заключение.** Целлюлозолитическая способность исследованных придорожных почв и почв заводских территорий г. Бреста определяется преимущественно как слабая и очень слабая. В связи с этим можно сделать вывод о неблагоприятном экологическом состоянии данных территорий. При этом отмечается отсутствие прочной корреляционной связи показателя целлюлозолитической способности как с интенсивностью движения автомобильного транспорта, так и с обеспеченностью данных почв гумусом.

*Исследование выполнено в рамках задания 1.02 подпрограммы «Природные ресурсы и их рациональное использование» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (№ ГР 20211453 от 20.05.2021).*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крамаренко, Т. Н. Ферментативная активность почв при различных антропогенных воздействиях : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / Т. Н. Крамаренко. – Воронеж, 2003. – 163 л.

2. Звягинцев, Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48–54.

[К содержанию](#)